



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

**UNIVERSIDAD DE CUENCA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
MAESTRÍA EN GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN ENERGÉTICAS**

**“GESTIÓN INTEGRAL DEL  
ACEITE AUTOMOTOR RECICLABLE EN CUENCA”**

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
MAGISTER EN PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN  
ENERGÉTICAS

**AUTOR:                   ING. QUIM. JUAN JOSÉ VÁZQUEZ GUILLÉN**

**DIRECTORA:           ING. QUIM. MARIA EULÁLIA PEÑAFIEL TENORIO, MST**

**CUENCA – ECUADOR**

**2013**



## RESUMEN

En la presente investigación se realiza un análisis del aprovechamiento energético de los aceites lubricantes usados del parque automotor en la ciudad de Cuenca. Se identifica las distintas alternativas de gestión de los aceites, y además si existen posibilidades de mejorar la recolección, transporte y disposición final de estos residuos.

Para el trabajo se realizó una encuesta a los generadores primarios de este residuo en donde se obtuvo un panorama aproximado de la realidad de esta parte del sistema de gestión de los aceites. Se realizó una visita al programa de recolección de aceites de (ETAPA EP). Para así conocer su funcionamiento y cómo se gestionan los desperdicios de esta etapa del sistema. Con los datos obtenidos y soportando con fuentes bibliográficas se establecen algunos criterios que ayudarán en las decisiones futuras para fundamentar un proyecto de gestión integra, buscando beneficios ambientales, sociales y energéticos.

### **Palabras claves:**

Aceites, gestión, tecnología, ambiente, energía, manual.



## TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	11
DEDICATORIA.....	12
INTRODUCCIÓN .....	13
1. SITUACIÓN ACTUAL CON EL ACEITE LUBRICANTE USADO DEL PARQUE AUTOMOTOR .....	15
1.1 Situación internacional con el aceite lubricante usado del parque automotor	16
1.1.1 Marco Jurídico y aspectos destacables en el manejo y disposición final de los aceites usados internacionalmente. ....	16
1.1.2. Aspectos generales de producción nacional, importaciones y consumo de los aceites lubricantes usados en países latinoamericanos.....	26
1.2 Situación en Cuenca con el aceite lubricante usado de fuentes automotrices .....	43
2. INSTRUMENTOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE LUBRICANTE USADO DEL PARQUE AUTOMOTOR .....	44
2.1 Generalidades de los Aceites Lubricantes .....	44
2.2 Propiedades de los Aceites Lubricantes de automóviles .....	45
2.2.1. Beneficios del Aceite Mineral vs Aceite Sintético en el uso para motores .....	45
Lubricantes Minerales.....	45
Lubricantes Sintéticos.....	45
2.4 Clasificaciones De Los Aceites Para su uso en Motores .....	46
h) Periodos de cambio más prolongados según condición de operación del Equipo.....	50
2.5 Aceites Usados .....	51
2.6. Degradación del Aceite Lubricante .....	52
2.7.1 Temperatura de operación.....	54
2.7.2 Agua .....	55
2.7.3 Combustibles .....	55
2.7.4 Sólidos y polvo.....	56
2.8 Composiciones generales de los aceites lubricantes usados. ....	56



2.9 Caracterización de los aceites lubricantes usados.....	58
2.10 Alteraciones de las Características Físico Químicas de los Aceites Lubricantes Usados .....	60
2.10.1. Aumento de la Viscosidad .....	62
2.10.2. Disminución de la Viscosidad .....	63
2.10.3. Humedad .....	64
2.10.4 Formación de espuma .....	65
2.10.5 Anticongelante .....	65
2.10.6 Metales Pesados .....	66
2.11 Problemática ambiental y legal del uso y manejo del aceite lubricante usado .....	68
2.11.1 Impactos ambientales .....	68
2.12 Riesgos que encierra el manejo del aceite lubricante usado. ....	73
3. CIMENTACION DE UN SISTEMA DE GESTION INTEGRAL DE LOS ACEITES LUBRICANTES USADOS DEL SECTOR AUTOMOTRIZ EN CUENCA	75
3.1 Gestión integral de los aceites lubricantes usados del parque automotor de la ciudad de Cuenca. ....	75
3.2 Marco Legal Ecuatoriano Para la implementación de un Sistema de Gestión Integral de Aceites Lubricantes Usados.....	76
3.2.1 Constitución .....	77
3.2.2. Ley de Gestión Ambiental.....	78
3.2.3. Sistema Único de Manejo Ambiental .....	78
3.3. Aspectos técnicos para la implementación de un sistema integral de Gestión de Aceites Lubricantes Usados.....	80
3.3.1. Alternativas De Gestión De Los Aceites Usados .....	80
3.4 Procesos de tratamiento para el aprovechamiento de aceite lubricante usado.....	83
3.4.1 Proceso ácido arcilla para el tratamiento de aceites lubricantes usados .....	84
3.4.2 Proceso de extracción por solvente para el tratamiento de aceites lubricantes usados.....	87
3.4.3 Procesos de destilación al vacío e hidrogenación .....	91



3.4.4	Procesos de destilación al vacío y tratamiento en arcillas .....	94
3.5.	Análisis de las alternativas de aprovechamiento de los aceites lubricados usados y opciones de aplicación en la ciudad de Cuenca, discusión técnica, científica y ambiental.....	98
3.5.1.	Aplicación directa como combustible .....	98
3.5.2	Re-refino para la obtención de aceites de base.....	101
3.5.3	Otras aplicaciones .....	104
4.	Resultados y discusiones de la investigación.....	105
4.1	Análisis de las alternativas de gestión para la ciudad de Cuenca .....	105
4.2	Programa de Recolección de Aceites de ETAPA EP Cuenca .....	105
4.2.1	Estimación del parque Automotor en Cuenca .....	111
4.2.2	Estimaciones de la cantidad de aceite lubricante usado producido y recolectado.....	111
4.3	La mejor alternativa de gestión para Cuenca .....	114
4.3.1	La regeneración como alternativa de uso de los aceites lubricantes usados en el cantón Cuenca .....	115
4.3.2	Valoración energética como alternativa de disposición final para el cantón Cuenca.....	120
4.4	Discusión de los análisis de las alternativas de Gestión para Cuenca	129
4.6	Socialización de una cultura de gestión integral de los aceites lubricantes usados y concientización ambiental.....	136
5.	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DEL ACEITE LUBRICANTE USADO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE CUENCA .....	137
5.1	Política. ....	138
5.2	Objetivo del manual .....	138
5.3	Alcance y Aplicaciones .....	139
5.4	Marco Jurídico.....	140
5.5	Términos y Definiciones .....	140
5.6	Responsabilidad, Autoridad, Comunicación.....	146
5.7	Medición Análisis y Mejora.....	148
5.8	Procedimientos .....	149
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	193



6.1 Conclusiones.....	193
6.2 Recomendaciones .....	195
Bibliografía .....	198



## ***Índice de Tablas***

<i>Tabla N° 1 Categorización de los Aceites Lubricantes Usados .....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla N° 2 Resumen de la Situación Actual de Países Americanos .....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla N°3 Composición media de un Aceite Usado.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla N°4 Pruebas de Caracterización de Aceites.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla N° 5 Metales Pesados en los Aceites Lubricantes.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla N° 6 Límites Permisibles .....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla N° 7 Identificación de Impactos Ambientales del Proceso Acido Arcilla .....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla N° 8 Identificación de Impactos Ambientales del Proceso Extracción con Solventes Orgánicos .....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla N° 9 Identificación de Impactos Ambientales del Proceso Destilación al Vacío e Hidrogenación .....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla N° 10 identificación de Impactos Ambientales del Proceso Destilación al Vacío y Tratamiento en arcillas .....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla N° 11 Estimación de la Producción de Aceites Lubricantes Usados en Cuenca.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla N° 12 Combustible Tradicional vs Aceite Lubricante Usado.....</i>	<i>124</i>
<i>Tabla N° 13 Costo del Combustible .....</i>	<i>125</i>
<i>Tabla N° 14 Uso de Aceite en Cementos Guapán .....</i>	<i>129</i>
<i>Tabla N° 15 Análisis de las Alternativas de Gestión.....</i>	<i>169</i>
<i>Tabla N° 16 Modelo de un informe de consolidación mensual.....</i>	<i>182</i>
<i>Tabla N° 17 Informe de Consolidación.....</i>	<i>184</i>
<i>Tabla N° 18 Límites Máximos Permisibles en los Aceites Lubricantes Usados ..</i>	



## Índice de Figuras

<b>Figura N° 1 Reacciones de oxidación en hidrocarburos nafténicos y parafínicos</b>	<b>54</b>
<b>Figura N° 2 Pirámide Kelseniana</b>	<b>63</b>
<b>Figura N° 3 Desparafinización con MEK</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura N° 4 Volumen Total de Aceite Usado Recolectado</b>	<b>110</b>
<b>Figura N° 5 Condiciones de Operación de la Empresa</b>	<b>133</b>
<b>Figura N° 6 Manejo de los Aceites Lubricantes Usados</b>	<b>134</b>
<b>Figura N° 7 Condiciones de Entrega de los aceites lubricantes usados</b>	<b>135</b>
<b>Figura N° 8 Organigrama Jerárquico del Sistema de Gestión Integrak de los Aceites Lubricantes Usados del Parque Automotor de Cuenca</b>	<b>148</b>

## Índices de Fotografías

<b>Fotografía N° 1 Base de Datos de la Recolección de Aceites Usados</b>	<b>106</b>
<b>Fotografía N° 2 Tanque de Recolección Aceites Usados</b>	<b>107</b>
<b>Fotografía N° 3 Tanque de Almacenamiento de Aceites Usados</b>	<b>108</b>

## Abreviaturas y Simbología

$\delta$ = densidad del aceite en  $\text{kg/m}^3$

Pc= poder calorífico del aceite en kcal/kg

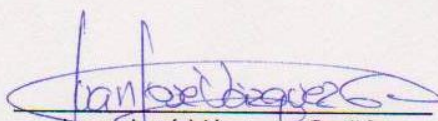
$\varphi$ = Calor Total en kcal





Yo, Juan José Vázquez Guillén, autor de la tesis "GESTION INTEGRAL DEL ACEITE AUTOMOTOR RECICLABLE EN CUENCA", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de MAGISTER EN PLANIFICACION Y GESTION ENERGÉTICAS. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 04 de Junio de 2013

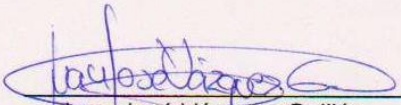


Juan José Vázquez Guillén  
0104053863



Yo, JUAN JOSÉ VÁZQUEZ GUILLÉN, autor de la tesis "GESTIÓN INTERGRAL DEL ACEITE AUTOMOTOR RECICLABLE EN CUENCA", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 04 de Junio de 2013

  
Juan José Vázquez Guillén.  
0104053863



## AGRADECIMIENTOS

Dios por estar aún vivo

Universidad de Cuenca

Ing. María Eulalia Peñafiel por una excelente dirección

A todas y cada una de las personas que me brindaron el apoyo

A mi familia



## DEDICATORIA

A mis Padres y Hermanas por todo apoyo, cariño y comprensión.

A mis amigos y consejeros que en los momentos de angustia estuvieron ahí con una palabra de aliento



## **INTRODUCCIÓN**

En la última década ha sido notorio el incremento del parque automotor en la ciudad de Cuenca donde diversos estudios demuestran que existe una subutilización vehicular para el número de habitantes existentes. Este incremento genera alarma ante las principales autoridades en lo que se refiere a la contaminación ambiental principalmente.

El sector automotriz se caracteriza por ser de alto impacto ambiental, debido a la generación de residuos que produce el uso del auto y su mantenimiento. Una parte de estos residuos en general los líquidos lubricantes como los aceites empezaron a causar problemas en nuestra ciudad porque impedían el tratamiento adecuado del agua residual en la planta de aguas residuales de Ucubamba, razón por la cual se dio inicio a un programa de recolección de aceites usados desde las mecánicas, lubricadoras y estaciones de servicio en donde se realizan el mantenimiento de los vehículos.

Si bien es cierto hoy en día se recolecta una parte de estos aceites y se desconoce lo que pasa con el resto, de ahí lo que persigue esta investigación es fundamentar un proyecto de gestión integral, para ello se busca identificar las normas, leyes ambientales de estricto cumplimiento para el reciclaje del aceite automotor usado, metodologías de reutilización eficiente del aceite automotor usado, amigables con el medioambiente y finalmente evaluar posibles aplicaciones del aceite lubricante usado en la ciudad de Cuenca.

Para el desarrollo de la investigación en primera instancia se elaboró una revisión bibliográfica profunda de algunos países del continente americano, en lo que se refiere a su normativa, sus programas de gestión de aceites, su experiencia y éxito de los mismos, se revisó la situación del Ecuador referido a las normativas que apoyen a la gestión integral de los aceites, a su caracterización como residuos



peligrosos; y además se revisó la situación actual de Cuenca con estimaciones de su parque automotor, la cantidad de aceites lubricantes usados y su gestión.

En segunda instancia se define el marco teórico de la investigación que permitirá conocer el origen de los aceites lubricantes, sus propiedades, su deterioro, los factores que contribuyen a ese deterioro, los principales ensayos para su caracterización, los principales contaminantes, la definición de la problemática ambiental de estos desperdicios y los riesgos que implica el manejo de los mismos.

En tercera instancia se puntualizan los aspectos legales, científicos-técnicos, ambientales y energéticos para la implementación del sistema de Gestión Integral para los Aceites Lubricantes Usados del Parque Automotor de Cuenca, se revisaron las experiencias internacionales referidas a las alternativas de gestión, se definieron las mejores alternativas para Cuenca y se definió una de ellas por medio de un análisis de importancia netamente en el aspecto ambiental y energético del mismo.

Finalmente se ha elaborado un manual de procedimientos que permite conocer objetivos, alcances, definición de responsables, elementos y condiciones necesarias para las distintas actividades del sistema de gestión, y los procedimientos para realizar las mismas con la mejor alternativa definida en la tercera etapa de la investigación.

Fundamentar un sistema de gestión integral permitió definir los requisitos que debe poseer para la implementación del mismo en lo que se refiere a: instaurar normas y entes que regulen la generación, gestión, y disposición de los aceites lubricantes usados para así garantizar la eficiencia de este sistema.



## 1. SITUACIÓN ACTUAL CON EL ACEITE LUBRICANTE USADO DEL PARQUE AUTOMOTOR

El aceite lubricante usado es exactamente lo que su nombre implica, cualquier aceite sea a base de petróleo o sintético, que se haya utilizado. Durante su uso normal, las impurezas tales como tierra, desechos de metal, agua o sustancias químicas pueden mezclarse con el aceite para deteriorarlo, así con el pasar el tiempo el aceite ya no tiene un rendimiento eficaz y necesita ser cambiado. (ToxFAQs, 2007)

El cambio del aceite de motor implica problemas por su inadecuada gestión, referidos a pérdidas por derrame del mismo, desde dos puntos de vista: El energético por no aprovechar su alto poder calorífico y al gran impacto ambiental que produciría un derrame.

Existen organizaciones que definen al aceite lubricante como residuo peligroso por medio de una caracterización específica de los mismos, estas organizaciones se hallan conformadas por expertos de alto nivel, que no solo lo catalogan en una lista los distintos residuos, sino describen las condiciones de almacenamiento, de movilización, y demás aspectos referidos al cuidado medioambiental, así como al de la salud y seguridad de las personas. (Ver tabla 1).

Tabla N° 1  
Categorización de los Aceites Lubricantes Usados

Organización	Documentación	Número
Organización Naciones Unidas (ONU)	Número de Identificación de la materia, Numero ONU	1201
Comunidad Económica Europea (CEE)	Lista Europea de Residuos	13-02

**Fuente: ONU, CEE**



## **1.1 Situación internacional con el aceite lubricante usado del parque automotor**

En todo el mundo el manejo de los aceites lubricantes usados está amparado por un marco regulatorio, que puede ser una ordenanza internacional, como es el caso de los países firmantes del Convenio de Basilea o de los países miembros de la Unión Europea, de igual modo organismos como los de la OCDE (*La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos*), la ONU (*Organización de las Naciones Unidas*) y la CEPAL (*La Comisión Económica para América Latina*) han elaborado documentos que se promueven en los países miembros sobre el manejo de los aceites lubricantes usados y otros residuos.

### **1.1.1 Marco Jurídico y aspectos destacables en el manejo y disposición final de los aceites usados internacionalmente.**

La Unión Europea desde el año de 1975 ha regulado los aceites mediante la aplicación de la Directiva 75/439/CEE, modificada por la directiva 87/101/CEE y la 91/692/CEE que en su artículo tercero dice:

*“Los Estados miembros tomaran las medidas necesarias para que, en la medida de lo posible, el tratamiento de los aceites usados se efectúe para su reutilización (regeneración y/o combustión con fines que no sean la destrucción)”*.y de acuerdo al Directiva 2008/98/CE que en su artículo cuarto establece que:

*“La siguiente jerarquía de residuos servirá de orden de prioridades en la legislación y la política sobre la prevención y la gestión de los residuos: (Parlamento Europeo y del Consejo, 2008)*





- a) *prevención;*
- b) *preparación para la reutilización;*
- c) *reciclado;*
- d) *otro tipo de valorización, por ejemplo, la valorización energética; y*
- e) *Eliminación.”*

*Debido a esto los países miembros han aplicado tanto ordenamientos, como programas para su manejo, ya sea por iniciativa de los gobiernos centrales o de los gobiernos locales, para asegurar el cumplimiento de la directiva original 75/439/CEE”*

América Latina no cuenta con una comunidad de países miembros tan fuertes como la Unión Europea, si bien existe el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, el Mercado del Cono Sur (MERCOSUR), la Organización de Estados Americanos (OEA), La Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL) y algunos países del continente son miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), a pesar de todo en estos países latinoamericanos existe una marcada diferencia en el establecimiento de las políticas del manejo de estos residuos. (Azevedo, 2008)

No obstante, los países de la región han elaborado la normativa correspondiente, en la que establecen condiciones de manejo y en su caso prioridad hacia el reciclaje de estos residuos. Las diferencias entre países son más acentuadas incluso entre latinoamericanos se observan éstas en función al tiempo en que salieron las leyes y a la promoción de su regeneración, reprocesamiento o recuperación y similitudes, y a la regulación de los actores involucrados, para llevar a cabo el cumplimiento de estos ordenamientos cada país instrumenta lo pertinente. En el siguiente cuadro se presentan los ordenamientos de 4 países que se pudo revisar de este continente (ver tabla 2).



**Tabla N°2**  
**Resumen de la Situación Actual de Países Americanos**

País	Marco Jurídico y Legal	Aspectos Destacables
Estados Unidos	Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (1976) Acta de Reciclaje de Aceites Usados (1980)	Se requiere a la Agencia de Protección al Ambiente (EPA) para estudiar los peligros planteados por los aceites usados y el desarrollo de normas de gestión para proteger la salud humana y el medioambiente. La EPA desarrolló normas especiales para el reciclaje de aceites usados que son completamente independientes de las de reciclaje de residuos peligrosos
	Restricciones de la EPA para la quema de aceites usados para recuperar energía (1985)	Se enlistan los Aceites Lubricantes Usados como residuos peligrosos. Se dan restricciones para la quema de aceites usados, prohibiendo su uso en hornos y calderas industriales
	Modificación de criterios de la EPA para manejar los ALU como Residuos Peligrosos (1988)	Consideran los aceites usados como residuos peligrosos, solo si se destinan a disposición final



<b>Estados Unidos</b>	<p>Desarrollo de un programa de reciclaje de aceites usados codificado como 40 CFR Part 279 (1992)</p>	<p>Quedan los aceites usados fuera del listado de residuos peligrosos.</p> <p>Da prioridad al reciclaje de aceites usados considerando el potencial energético de estos, partiendo que se cuenta con la tecnología para su regeneración, re-refinación y reciclaje.</p> <p>Introduce el principio de presunción del reciclaje, en el cual se presume que todo el aceite usado es reciclado.</p> <p>El aceite usado que se destine a disposición final deberá de caracterizarse para identificar su peligrosidad o manejarse como residuo peligroso si se encuentra mezclado con algún residuo catalogado, o si contiene más de 100 ppm de compuestos halogenados o más de 50ppm de bifenilos policlorados.</p> <p>La EPA establece una campaña permanente, con los talleres, el programa se denomina “si lo tira, se lo bebe (if you dump it. You drink it)</p>
-----------------------	--	---



Tabla N°2

País	Marco Jurídico y Legal	Aspectos Destacables
<b>Estados Unidos</b>	Ley para el manejo Adecuado de Aceite Usado (1996)	<p>Plantea un sistema de depósito reembolso y un cargo para la disposición final de los Aceites Lubricantes Usados (ALU).</p> <p>Un cargo por venta al por mayor, fabricación y refinación de aceite lubricante, así como por la importación de aceite usado que entre y tenga su disposición final en el País.</p> <p>Se crea un fondo de Recolección y Manejo de Aceite Usado, el cual se nutrirá del cargo de disposición de aceite usado y protección ambiental cobrado por todo aceite lubricante manufacturado, importado y/o re-refinado en el País y por todo aceite usado que entre al País para su disposición final, que no sea reciclado mediante re-refinamiento o recuperación de energía, si no ha pagado el cargo como aceite lubricante en su importación.</p>



<b>Estados Unidos</b>	Reglamento para la Administración y Cobro del Depósito de Protección Ambiental y del Cargo por Disposición del Aceite usado y Protección Ambiental; y para la Administración del Fondo de Recolección y Manejo de Aceite Usado (1997)	El reglamento, el cual aplica a toda persona o evento cubierto por las disposiciones de la Ley, establece ciertas normas complementarias de naturaleza administrativa, que son esenciales para cumplir con los propósitos y finalidad de la Ley
-----------------------	---	---



Argentina	La Ley Nacional N°24051, régimen de Desechos Peligrosos (1991)	<p>Se consideran los aceites usados como residuos peligrosos. Las autoridades ambientales nacionales y provinciales están facultadas para controlar el aceite usado así como lo hacen respecto de otros residuos. Cada provincia establece su propia legislación al respecto.</p> <p>El mercado del aceite reprocesado se encuentra desregulado y abierto.</p> <p>La posibilidad de recolectarlos bajo ciertas condiciones controladas se reduce al ámbito de las grandes ciudades y a los grandes generadores.</p>
	Decreto Reglamentario N°831/93	Establece un Registro Nacional de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos



Brasil	La Norma Técnica Brasileña NRB-10004. Establece la clasificación de residuos	Considera al Aceite usado como residuo peligroso
	Resolución N° 9. Relativa a los Aceites Lubricantes Usados (1993)	<p>Establece que todo Aceite Lubricante será reciclado</p> <p>Se prohíbe la industrialización y comercialización de aceites lubricantes no reciclables.</p> <p>La creación de nuevas industrias para la regeneración de aceites lubricantes usados, así como la ampliación de los existentes debe basarse en tecnologías que reduzcan al mínimo la generación de residuos que deben eliminarse en el aire, el agua, el suelo o los sistemas de alcantarillado.</p>



Colombia	<p>Ley 430 Por la cual se dictaban normas prohibitivas en materia ambiental. Referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones (1998).</p>	<p>La utilización de aceites lubricantes de desecho para la generación de energía eléctrica solo se permitirá si son generados en el país; el Gobierno Nacional establecerá mecanismos que permitan impulsar la utilización de este tipo de tecnologías.</p>
	<p>Resolución 415. Por la cual se establece los casos en los cuales se permite la combustión de aceites de desecho y las condiciones técnicas para realizar la misma (1998)</p>	<p>Los aceites usados se podrán utilizar como combustible único o mezclados con otros tipos de combustibles en cualquier proporción, en hornos o calderas con una potencia térmica instalada igual o superior a 10Mw.</p> <p>Para calderas u hornos con una potencia térmica menos a 10 MW, el aceite usado se podrá utilizar siempre que sea mezclado con otros combustibles, en una proporción menor o igual al 5% en volumen de aceite usado</p> <p>La concentración de bifenilos policlorados o trifenilos policlorados en los aceites usados que se utilizan como combustible único o en</p>





		mezclas no debe ser superior a 50mg/kg y la concentración de halógenos no debe superar los 1000mg/kg
Colombia	Resolución 1446 por la cual se modifica parcialmente la Resolución 415 del 13 de marzo de 1998, que establece los casos en los cuales se permite la combustión de aceites de desecho o usados y las condiciones técnicas para realizar la misma (2005)	Se establecen condiciones para uso de aceite usado tratado y aceite usado sin tratar para combustión.

Fuente: (Hernandez, 2009)

Elaboración: El Autor



## **1.1.2. Aspectos generales de producción nacional, importaciones y consumo de los aceites lubricantes usados en países latinoamericanos.**

### **1.1.2.1 Situación Argentina**

#### **Producción de Aceites Lubricantes Usados**

La Secretaria de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental a través de la Dirección Nacional de Registro tiene a su cargo el levantamiento de información de los generadores, transportistas y operadores de residuos peligrosos mediante un censo. Pero a falta de datos certeros, no se puede finalizar hasta hoy con éxito el mismo.

Argentina ha optado, por partir de los registros nacionales de productos derivados del petróleo. La producción del año 2010 de aceites lubricantes fue de 232.200 TN (toneladas), de las cuales 231.402 TN se vendieron en el mercado interno. (Secretaría de Energía de la Nación). Asumiendo que de ese total un 70% corresponden a aceites lubricantes destinados a automotores, tendríamos unas 162.400 TN de aceites residuales provenientes de estaciones de servicio, talleres de reparación y/o de mantenimiento. El resto corresponden a motores estacionarios y fijos de diversas industrias y/o uso doméstico.

#### **Empresas productoras y/o importadoras y tipos de productos vendidos**

Las firmas más conocidas elaboradoras de lubricantes son: Alumet, Esso, EG3, Castrol AR, Bardhal, Chevron, Dupont, Elf, Eurolube, Exxon Chemical, Petrobras, Reynold, Shell, Texaco, YPF-REPSOL. ( Camara Argentina de Lubricantes, 2012)

La mayoría adquieren el aceite base (en las destilerías YPF La Plata y SHELL) y luego les agregan los aditivos característicos de cada marca.



### **Infraestructura existente y capacidad para la recolección y reciclaje de aceites usados.**

La planta Shell CAPSA (Playa Sola, Barracas, Buenos Aires) elabora aceites y grasas lubricantes para el mercado local y países limítrofes (Uruguay, Paraguay, Brasil, etc.) En esta planta se realiza el Blending (mezcla de lubricantes base para obtención de una viscosidad requerida) y el Filling (llenado de envases). Opera desde 1928 y ha tenido varios procesos de modernización. (Aranguren, 2009)

La planta posee una capacidad de producción de 100.000 TN/año y es operada bajo estrictos controles de calidad mediante el sistema ABB (Automated Batch Blending) diseñado por Phillips Hamburg conjuntamente con Shell. Todo el sistema se encuentra computarizado lo que permite realizar una medición precisa y exacta de los componentes a agregar en cada mezcla (Error de pesada de 0.07%). Posee 16 tanques de elaboración del Blending de capacidad variable entre 1,5 y 40 TN distribuidos en distintas filas, según el tipo de lubricante a elaborar.

El petróleo que se obtiene en Argentina es mayoritariamente del tipo pesado. Para la obtención de los derivados resulta más conveniente partir de distintos tipos de hidrocarburos. Por tal motivo la mayoría de los países realizan exportaciones e importaciones tendientes a mejorar sus bases para la destilación. Esto se ha hecho cada vez más evidente a partir de las políticas nacionales de concesión de áreas de explotación a las empresas multinacionales. Para la producción de bases lubricantes en el país el tipo de petróleo más adecuado resulta el que se extrae de la cuenca neuquina. (Azevedo, 2008)



Es decir, que las destilerías instaladas en Argentina formulan sus bases lubricantes mediante el blending de hidrocarburos de distinta procedencia según las condiciones del mercado (costo del barril, fletes, facilidades arancelarias según procedencia (mercado común), etc.

### **Información acerca de la minimización reciclado y destino final de aceites**

Actualmente el mercado se encuentra desregulado y abierto, por lo que las empresas se encontraron con la necesidad de competir con los productos importados (al principio de mejor calidad) mediante fuertes inversiones en publicidad, mercadeo, mejoras en su productividad, calidad y empaque. Actualmente todas las empresas se encuentran trabajando bajo certificación ISO 9002, alineadas a nivel internacional en tecnología y calidad de producción. Del total producido el 20-25% son lubricantes industriales y el 75-80% restante son para motores. La posibilidad de recolectarlos bajo condiciones controladas se reduce al ámbito de las grandes ciudades y a los grandes generadores. En el medio rural y en los pequeños municipios la disposición de los mismos es muy difícil de manejarla y hasta podría decirse que resulta prácticamente incontrolable y sólo con una insistente campaña educativa se podría superar o por lo menos minimizar el problema. (Aranguren, 2009)

#### **1.1.2.2 Situación Brasil**

##### **Producción de Aceites Lubricantes Usados.**

La producción de aceites lubricantes en Brasil es de aproximadamente 900.000.000 litros/año. De este volumen, se consumen cerca de 510 millones de litros por quema o uso. Restan 390 millones de litros/año de aceites lubricantes usados. De estos, se reciclan en el re-refino, desde octubre del 2001 unos 270 millones de litros/año y los 120 millones tienen destino desconocido. (Azevedo, 2008)



## **Empresas productoras y/o importadoras**

La producción de aceites lubricantes es controlada por la Agencia Nacional de Petróleo (ANP), autarquía federal ligada al Ministerio de Minas y Energía (MME). Así, las empresas productoras, distribuidoras, colectoras y re-refinadoras están todas catastradas en la Agencia Nacional de Petróleo (ANP), BR, Texaco, Shell, Ipiranga, Esso/Móbil, Castrol, Tutela/Wal, Otras.

## **Infraestructura existente y capacidad para la recolección y reciclaje de aceites usados**

Es necesario fijar una característica de la reutilización de aceites lubricantes para Brasil, o sea, que debido al bajo porcentaje de aceite en el petróleo brasileño, los aceites lubricantes usados son considerados como un residuo valioso para la recuperación.

Además, la legislación brasileña obliga que todo el aceite usado sea reciclado. La incineración es medida excepcional y bajo condiciones severas de control de emisiones. (ALADI, 2012)

Así es que, en Brasil, la industria del re-refino se capacitó para reciclar todo el aceite usado y planteó la meta de reciclaje de 30% del volumen producido, o sea 270 millones de litros/año que deben ser re-refinados. Estos son indicadores muy similares a los de los países de Europa y Estados Unidos. (ALADI, 2012)

Según datos de la Agencia Nacional de Petróleo (ANP), hay 26 empresas colectoras de aceites lubricantes usados y 14 empresas re-refinadoras del producto, en todo el territorio nacional.

La empresa LWART – Lubrificantes, ubicada en São Paulo en el municipio de Lençóis Paulista (300 km de la Capital), es responsable por el 60% de todo el re-



refino de Brasil, con centros de acopio en casi todo el país y dos plantas re-refinadoras. (Lençóis, SP y Duque de Caxias, RJ)

En corto espacio de tiempo, se estima que será posible a la industria del re-refino en Brasil reciclar casi todo el aceite lubricante usado generado. (ALADI, 2012)

### **Información acerca de la minimización, reciclado y destino final de aceites**

La minimización del uso de aceites lubricantes es un hecho en Brasil. Esto se debe, en gran medida a nuevas tecnologías que permiten un tiempo mayor entre los cambios de aceites lubricantes en vehículos automotores. Sin embargo, el número de litros de aceite usado generado por vehículo/año se encuentra igual a los niveles de Argentina (20litros/vehículo/año) (Aranguren, 2009)

Aunque el escenario descrito arriba sea muy positivo, no hay datos seguros sobre el destino final de los aceites lubricantes usados que no se destinan al re-refino.

Se estima que una parte del aceite lubricante usado sea destinada a la mezcla de combustible en calderas y ladrilleras y otra pequeña cantidad en la zona rural para tratamiento de madera y ganado.

En cuanto a la quema en hornos cementeros, no hay datos precisos pero el control de emisiones es muy rígido. Basta considerar que en la convención de Estocolmo (mayo de 2.001) se recomendó que la incineración sea progresivamente eliminada por los daños a la salud, principalmente por la generación de COPs, contaminantes orgánicos persistentes. (Hernandez, 2009)



### 1.1.2.3 Situación Colombia

#### **Producción de Aceites Lubricantes Usados**

Cada año, aproximadamente 45.000.000 galones de lubricantes son consumidos en Colombia, una parte es producida por ECOPETROL y la otra es importada de países como Venezuela y Estados Unidos. (Lubricantes Gulf, 2012).

Los aceites lubricantes que abastecen las necesidades del mercado son utilizados en varios sectores, como en el industrial mediante los aceites de proceso, de turbinas, hidráulicos, de corte, de transformador, solubles, de temple y/o blancos, así como los lubricantes que abastecen el sector automotor, tales como aceites para motores a gasolina, para motores diesel, transmisión y de dos tiempos.

Cuando el lubricante es producido localmente, el 90% de su materia prima es en base nafténicas y/o parafínica producidas por Ecopetrol en un 40% o importadas de Venezuela, Estados Unidos y/o Europa en un 60%. Estas bases lubricantes, mezcladas con aditivos en una proporción aproximada del 10%, da como resultado el lubricante o aceite. (Lubricantes Gulf, 2012)

#### **Empresas productoras y/o importadoras y tipos de productos vendidos**

Las Compañías petroleras internacionales que cuentan con plantas de lubricantes en Colombia son Esso, Mobil, Texaco, Shell y Castrol. Entre las compañías petroleras nacionales están Terpel – Bucaramanga, BEG, Penport, MAK, Bracol, Lubrigras y Cudecom (Terpel del Norte) Adicionalmente, existen otras plantas de lubricantes nacionales con menor cobertura como SAIN y PC CHAMPION. (Aranguren, 2009)

De las compañías petroleras Multinacionales y Nacionales anteriormente citadas, algunas importan ciertos tipos de lubricantes como es el caso de los



aceites sintéticos. Además compañías como Chevron, Motul y Bel-Ray importan lubricantes tradicionales y/o sintéticos.

Las compañías Multinacionales, junto con Terpel manejan aproximadamente el 90% del abastecimiento nacional de lubricantes. Éste se efectúa a través de dos canales de distribución dividido en: ventas directas en un 30% o a través de distribuidores con una participación del 70%. Las ciudades donde se encuentran localizadas las plantas, terminales y/o bodegas de las compañías multinacionales y la compañía nacional Terpel son las siguientes: Barranquilla, Baranoa, Galapa, Coveñas, Medellín, Puerto Berrío, Bucaramanga, Manizales, Cartago, Cali, Bogotá, Guaranday, San Andrés y Neiva.

Para una mejor comprensión del mercado de aceites lubricantes en Colombia, es conveniente segmentar el mismo, considerando diferentes aspectos de la industria. Una primera aproximación a esta segmentación considera los productos finales obtenidos a partir de la mezcla de bases lubricantes, sean éstas de producción nacional o importada, en cuyo caso se dividiría a éste en tres sectores:

1. SECTOR AUTOMOTOR: comprende principalmente motores fuera de borda, así como los productos utilizados en lubricación de motores estacionarios.
2. SECTOR INDUSTRIAL: comprende el grupo de productos utilizados como lubricantes para los distintos equipos industriales.
3. SECTOR DE PROCESO: comprende la gama de productos utilizados en todo el proceso, o como parte de las materias primas de productos industriales y agrícolas.





## **Infraestructura existente y capacidad para la recolección y reciclaje de aceites usados**

Los aceites usados son descargados al alcantarillado o quemados sin los mínimos requerimientos para el control ambiental. Dichos aceites usados generan altos niveles de contaminación al agua y al aire que afectan la salud humana, observando que los beneficios generados por la utilización de estos productos resulta inferior a los beneficios ambientales que se pueden generar, debido a la falta de controles y tecnologías adecuadas para el manejo. (Ambiente, 2012)

## **Información acerca de la minimización, reciclado y destino final de aceites**

En Colombia, según el ministerio del ambiente y la vivienda, existen los siguientes programas para el manejo del Aceite usado.

### **Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia- CORANTIOQUIA**

Esta entidad se encarga de la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre el medio ambiente y recursos naturales renovables, así como de dar cumplimiento oportuno a aplicación, disposiciones legales vigentes sobre su disposición, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente. (CORANTIOQUIA, 2012)

CORANTIOQUIA pretende realizar la Implementación del Manejo Integral de Aceites Usados Puerto Nare, Pto. Berrío y Cisneros. Realizando un manejo integral de aceites lubricantes usados generados por el parque automotor, transporte fluvial y la industria, mediante la ubicación y cuantificación del aceite lubricante usado. (Ministerio de Ambiente, 2006)



### **Área Metropolitana del valle de Aburrá**

Esta entidad administrativa nace en 1980, la rigen fundamentalmente, las Leyes 128 de 1994, 99 de 1993, que tienen el compromiso de consolidar el progreso y el desarrollo armónico de la Región Metropolitana, desempeñando funciones de planeación como su razón de ser, es autoridad ambiental y control de transporte masivo de mediana capacidad. (Ministerio de Ambiente, 2006)

Por esta razón esta entidad administrativa realizó el estudio del flujo y caracterización de aceites usados y residuos sólidos asociados, provenientes de automotores en los municipios de la zona sur del Valle de Aburrá (Ministerio de Ambiente, 2006)

### **Secretaría Medio Ambiente de Medellín**

La Secretaría del Medio Ambiente es una dependencia del Municipio de Medellín, creada mediante el Artículo 193, Decreto 151 de 2002 y es la responsable de determinar la política, el ordenamiento, manejo y la gestión de medio ambiente. (Ministerio de Ambiente, 2006)

Dentro de los objetivos primordiales de la secretaría están prevenir y atender desastres en la ciudad, investigar, planear y asesorar en materia ambiental a instituciones y organismos relacionados directa o indirectamente con el cuidado y protección de los recursos naturales; y crear una cultura ambiental para la preservación de las cuencas hidrográficas, el aire y la tierra con el fin de mejorar la calidad de vida de toda los habitantes de Medellín. (Ministerio de Ambiente, 2006)

La Secretaria de Medio Ambiente de Medellín se encuentra en Proceso de educación y sensibilización en el marco de la gestión de los aceites usados generados por el transporte, en algunos barrios de Medellín, realizado por la Fundación Coraje. (Ministerio de Ambiente, 2006)



## **CORPONOR**

La Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR), fue creada mediante decreto 3450 del 17 de diciembre de 1983, durante el gobierno de Belisario Betancourt, como corporación de desarrollo cuyo objetivo principal era encausar, fomentar coordinar, ejecutar y consolidar el desarrollo económico y social de la región comprendida dentro de su jurisdicción y con algunas funciones de administración de los recursos naturales y del Medio Ambiente.

CORPONOR ha realizado Diagnóstico de residuos peligrosos. En el cual se concluyó que el destino final de los aceites usados es: el 23% son utilizados en las ladrilleras, el 15% son devueltos al proveedor, el 8% está almacenado esperando una solución ambiental racional, así mismo se usa en fundiciones, empresas de aseo, inmunización de madera, en carreteras. (Ministerio de Ambiente, 2006)

## **DAMA - BOGOTA**

La Dirección Administrativa de Medio Ambiente (DAMA) Bogotá es una entidad de carácter eminentemente científico y técnico creado por el acuerdo 9 de 1990 para ejecución de Planes de Gestión Ambiental del Distrito, su evaluación y seguimiento, fomentar el ejercicio de acciones populares encaminadas a la prevención del patrimonio Natural, y de los recursos de interés por el bien de la sociedad y del medio ambiente.

Por esta razón el DAMA elaboró un Manual de Normas y Procedimientos para la gestión de aceites usados en el Distrito Capital, acogido mediante Resolución 1164 de 2002. Donde se otorgó pautas para la calificación de gestores y movilizadores (Ministerio de Ambiente, 2006)



#### **1.1.2.4 Situación en Ecuador con el aceite lubricante usado del parque automotor**

##### **Producción nacional, importaciones y consumo**

De acuerdo con la información analizada, en el Ecuador no se producen bases de aceites lubricantes. Éstas son importadas en su mayoría al granel.

Según las estadísticas oficiales de importación del Banco Central del Ecuador, anualmente se importan al país, aproximadamente 63,497 ton/año de bases para la formulación de aceites lubricantes o 56.273.360 litros/año. (Banco Central del Ecuador, 2012)

##### **Empresas productoras y/o importadoras y tipos de productos vendidos**

Los principales representantes de marcas de aceites lubricantes en el Ecuador, las siguientes empresas: PETROECUADOR, Texaco, Mobil Oil, Shell, Valvoline, Repsol. (Flores, 2006)

Cada representante de marca, previa la comercialización del producto, realiza las respectivas “formulaciones de marca”. Las formulaciones consisten en la “aditivación” de ciertas sustancias que mejoran las características fisicoquímicas de las bases, tales como: la viscosidad, la estabilidad térmica y de oxidación, entre otras.

Cada una de las formulaciones empleadas por los representantes de marca, tienen una característica de absoluta confidencialidad, y los productos son comercializados en función de las aplicaciones y usos finales de los mismos, ya sea como lubricantes para vehículos o para equipos y maquinaria (bombas hidráulicas, motores, compresores, transformadores eléctricos, etc.).



## **Infraestructura existente y capacidad para la recolección y reciclaje de aceites usados**

La preocupación sobre el destino final de los desechos de aceites lubricantes en el Ecuador, ha motivado algunas iniciativas tanto por parte de las autoridades ambientales de control, así como por parte de algunas organizaciones no gubernamentales, con el fin de realizar investigaciones orientadas a definir la factibilidad de implementar sistemas de recuperación y/o eliminación de este tipo de desechos, al menos en las principales ciudades del país, tales como: Quito, Guayaquil y Cuenca, teniendo como antecedente las experiencias exitosas de otros países y considerando que en la actualidad, aunque de forma insipiente e informal ya se ha generado en el país, sobre todo en las principales ciudades, un mercado de este tipo de residuos. Se ha de manifestar sin embargo, que los actores de este mercado operan sin ningún control o criterio de manejo ambiental y se desconoce de forma cierta la cobertura del mismo.

## **Informaciones acerca de la minimización, reciclado y destino final de aceites**

A continuación se describen las principales actividades desarrolladas en el Ecuador, respecto a este tipo de residuos. En mayo de 1992, el Gobierno del Ecuador se acoge a lo establecido en el Convenio de Basilea (que considera a los ALU como residuos peligrosos) para el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, por lo que desde ese año, el Ecuador adopta como suyos, los principales objetivos del Convenio, que vale la pena citarlos, y son:

- a) **Minimizar la generación y el grado de peligrosidad de los desechos peligrosos:** mediante la adopción de tecnologías limpias de producción y la disposición final adecuada de los desechos;



- b) **Reducir los movimientos transfronterizos;** comprometiéndose a los estados nacionales a preocuparse por el tráfico ilícito de desechos peligrosos y otros desechos, tomando en cuenta la limitada capacidad de ciertos estados para manejarla;
- c) **Realizar inventarios nacionales de los desechos peligrosos** normados por el Convenio de Basilea.

De forma concreta en lo concerniente, al adecuado manejo de los desechos de aceites lubricantes, cabe mencionar que no es sino, hasta el año 2000, cuando en el Ecuador se plantea el borrador del Art. 77 del reglamento ambiental del Ministerio de Energía y Minas, relacionado con el manejo de este tipo de desechos, el mismo que refiriéndose a los sitios de expendio y cambio de aceites lubricantes, textualmente menciona: “ ....*La instalación de trampas de aceites y grasas en puntos estratégicos es obligatoria. Estos establecimientos deberán llevar bajo su responsabilidad, un registro mensual de los volúmenes de combustible, grasas y aceites recuperados y de su disposición final*”.

En noviembre de 1998, como resultado del proyecto ejecutado por la Fundación Natura y la Subsecretaria de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, bajo el auspicio del Gobierno Suizo, titulado “Los desechos peligrosos en el Ecuador”, se obtiene información sobre la cantidad y composición de los desechos peligrosos en el Ecuador, teniendo como base referencial, la clasificación establecida en el Convenio de Basilea. (Gordón, 2005)

Se dispuso de información en las provincias de Azuay, Cotopaxi, Esmeraldas, Guayas, Manabí, Pichincha, Sucumbíos - Napo y Tungurahua, las mismas que son catalogadas en el estudio de la referencia, como de mayor grado de desarrollo industrial, donde se puede decir que:



- a) Se estima una generación anual total de 35.484 Ton de desechos peligrosos, de los cuales, el 44.5% se encuentran en estado líquido, el 55% en estado sólido y el 0.5% en estado gaseoso (Gordón, 2005)
- b) La distribución de generación de los desechos peligrosos por provincia es la siguiente: 34% Guayas, 27% Sucumbíos y Napo, 21% Pichincha, 10% Azuay, 3% Tungurahua, 2% Manabí, 2% Cotopaxi, 1% Esmeraldas. (Gordón, 2005)
- c) Los desechos peligrosos se podrían listar de la siguiente manera:
- 2% (desechos resultantes de operaciones de eliminación de desechos industriales),
  - 6% (desechos resultantes del tratamiento de metales y plásticos),
  - 2% (desechos resultantes de la producción, preparación y uso de productos químicos),
  - 9% (desechos resultantes de la producción y uso de resinas, látex, plastificantes, colas y adhesivos),
  - 34% (desechos de la producción y uso de tintas, colorantes, pigmentos y pinturas, lacas o barnices),
  - 2% (desechos clínicos resultantes de la atención médica hospitalaria),
  - 6% (desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos),
  - 2% (desechos resultantes de la producción y uso de solventes orgánicos),
  - 20% (desechos resultantes de aceites minerales no aptos para el uso destinado),
  - 17% (resultantes de mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua). En el Ecuador, el 56% de los desechos peligrosos no reciben ningún tipo de tratamiento, el 32% se sujetan a algún tipo de reciclaje, el 12% reciben algún tipo de tratamiento previo a



su descarga. Lastimosamente este estudio, no profundiza en las formas de reciclaje y de tratamiento aplicadas, para cada uno de este tipo de desechos. (Gordón, 2005)

En el caso de la ciudad de Quito, mediante la aplicación inicial de la ordenanza No. 2910 desde el año 1992 y posteriormente de la ordenanza No. 12 a partir del año 1999, ambas orientadas al control de las descargas líquidas y emisiones al aire provenientes de las industrias, el municipio de Quito ha logrado el registro de 573 establecimientos relacionados con actividades de comercialización y cambio de aceite, a los cuales ha venido exigiendo la no descarga de estos productos y de los efluentes líquidos resultantes del lavado del piso de las instalaciones, directamente al alcantarillado público.

A inicios del año 2001, el municipio metropolitano de Quito, inició un proceso de discusión pública, para la introducción de una ordenanza, orientada a exigir la recolección de los aceites lubricantes usados en la ciudad de Quito, con el fin de evitar el uso y disposición inapropiados de los mismos. La ordenanza está planteada de forma obligatoria, a la recolección de los desechos de aceite lubricante y promover las actividades de aprovechamiento energético de este desecho en los hornos de la industria de cemento.

Esta iniciativa del municipio de Quito, se basa en el estudio realizado en agosto del 2000, por la Fundación CYMA, con el auspicio del gobierno suizo, intitulado: *“Estudio de viabilidad para la eliminación adecuada del aceite automotor usado, generado en la ciudad de Quito”*. Entre los resultados más importantes, del estudio se tienen los siguientes datos: en Quito se comercializan aproximadamente 223.000 galones mensuales de aceite lubricante para vehículos, de los cuales actualmente, apenas el 42% (94000 galones), se recuperarían en calidad de aceite usado; y el 58% (129 000 galones), tendrían un final desconocido.





Según la misma fuente, los usos informales del aceite automotor, son:

- **Tratamiento de la madera**

El desecho de aceite es utilizado como vehículo para transferir sustancias fungicidas y recubrir las maderas, protegiéndolas contra el ataque de diferentes insectos y microorganismos. Se estima que el uso de los desechos de aceites lubricantes para este fin, alcanza un 15%.

- **Comburente**

Utilizado sobretodo en motores de dos tiempos, y especialmente en motosierras. En este caso se producen importantes emisiones al aire resultado de la combustión. Se estima para esta finalidad, un uso del 2%.

- **Pulverización de piezas automotores**

En mezcla con diesel, las emplean muchas estaciones de lavado de carros para proteger las partes y piezas de los vehículos; con lo que su uso en esta actividad, se ubicaría aproximadamente en un 10%.

- **Fabricación de bloques de cemento**

Para facilitar el desmolde de los bloques de cemento, actuando como antiadherente. Se estima que el 5% se destina a este trabajo.

- **Impedir el crecimiento de maleza**

Atiende a un conocimiento totalmente empírico, así como ciertas creencias, que sostienen que al regar este desecho directamente en los terrenos, se impide el crecimiento de malezas. Su uso para esta finalidad se estima de un 2%.



- **Curado de ganado**

Mezclado con ciertas sustancias medicinales, se preparan baños para el ganado, con el fin de evitar que sea afectado por diferentes tipos de insectos y parásitos. Para este fin se estima que su consumo alcanza el 1%.

En todas las aplicaciones antes citadas, se estima que se consume el 35% del desecho de aceites lubricantes de automotores generados, como se ha visto no son las formas más apropiadas ya sea de reutilizar o eliminar los residuos de aceite lubricante. El 65% restante entonces, es dispuesto directamente en los desagües de las alcantarillas, directamente en quebradas, en lugares despoblados o también utilizados como combustible para quemas de basura a cielo abierto.

Respecto a los aceites lubricantes que son utilizados para otro tipo de finalidades que no son los vehículos automotores, y que incluyen diferente tipo de maquinarias y motores, ya sea industriales, o de generación y transmisión de energía eléctrica, en los motores de los barcos y aviones, su consumo se estima entre el 15 al 20% del total de aceites lubricantes empleados.

A pesar de que el consumo anual industrial es relativamente bajo, en promedio cada industria consume anualmente 55 galones, se procura lograr la máxima explotación del mismo, el aceite se cambia en tiempos superiores al recomendado por el fabricante que es de dos años, ya que depende en cada caso de las características particulares de producción de cada industria. Una vez que el desecho del aceite lubricante es retirado, en algunos casos, se lo quema en las calderas conjuntamente con el fuel oil, lo cual es muy poco común; en otros casos, se lo recoge para venderlo en cumplimiento los fines antes descritos, y en el resto de los casos se lo descarga en el alcantarillado público.



El objetivo de quemarlo en las calderas, realmente no se basa en ningún criterio de tipo ambiental, sino que está orientado a un mejor manejo del fuel oil, considerando que la aditivación del aceite lubricante usado, permite una mejor fluidez del combustible principal.

## **1.2 Situación Actual de Cuenca para el manejo del aceite lubricante usado de fuentes automotrices**

La experiencia de la ciudad de Cuenca, es manejada por la empresa municipal de telecomunicaciones y saneamiento ambiental de Cuenca (ETAPA EP). Esta es la responsable de ejecutar políticas ambientales y programas de acción, dirigidos a proteger y cuidar los recursos hídricos y las fuentes de abastecimiento de agua del cantón e impulsar programas de saneamiento ambiental. De ahí establece un programa de recolección de aceites que empezó a funcionar desde 1998. (Crespo, 2012)



## 2. INSTRUMENTOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE LUBRICANTE USADO DEL PARQUE AUTOMOTOR

### 2.1 Generalidades de los Aceites Lubricantes

Los aceites lubricantes están constituidos por una base lubricante y una serie de aditivos; dependiendo del uso, la base lubricante sea mineral (proveniente del petróleo crudo o hidrocarburífera), sintética o vegetal siendo la primera de mayor uso:

- **Aceite mineral**

El aceite mineral es una mezcla de cientos de hidrocarburos diferentes, teniendo cada uno de ellos propiedades individuales. Únicamente ciertos hidrocarburos son aceptables como constituyentes de los aceites lubricantes. Después de un refinamiento adecuado para eliminar constituyentes indeseables, el lubricante puede ser clasificado generalmente como nafténico o parafínico. Cada clase tiene sus ventajas individuales y por lo tanto una es más aceptada que la otra para ciertas condiciones de funcionamiento. Los lubricantes de bases nafténicas se evaporan en una forma muy limpia de las paredes del cilindro y del área de los anillos después de haber lubricado el motor, dejan solamente una pequeña cantidad de carbón, evitándose de este modo el atascamiento de los anillos. Los lubricantes de base parafínica no se espesan tanto como los otros a bajas temperaturas si se han refinado apropiadamente, siendo más aceptables para motores que tienen que efectuar el arranque en tiempo frío (Montes, 2009)

- **Aceite sintético**

Las bases lubricantes sintéticas son fabricadas por procesos especiales (distintos a la refinación) para realizar funciones específicas, lo cual les otorga mayor uniformidad en sus propiedades. Estos aceites son la solución para trabajos en condiciones extremas (temperaturas muy altas o muy bajas). Las principales ventajas del uso de bases sintéticas comparadas con las bases



minerales son: amplio rango de temperaturas de operación, mayor resistencia a la oxidación, ahorro de energía, mantenimiento con menor frecuencia, menor uso de aditivos y más fácil degradación. (Montes, 2009)

## **2.2 Propiedades de los Aceites Lubricantes de automóviles**

Los aceites lubricantes, para alcanzar las exigencias de los motores de los automóviles, deben reunir una serie de propiedades que garanticen la máxima protección del mismo. Estas propiedades se diferencian según el origen del aceite.

### **2.2.1. Beneficios del Aceite Mineral vs Aceite Sintético en el uso para motores**

#### **Lubricantes Minerales**

Como se definió anteriormente, los lubricantes minerales proceden de la destilación del petróleo y por tanto, su origen es 100% natural. Los aceites base de tipo mineral están constituidos por tres tipos de compuestos: parafínicos, nafténicos y aromáticos, siendo los primeros los que se encuentran en mayor proporción (60 a 70%), por tener las mejores propiedades lubricantes, pero siempre hay compuestos naftalénicos y aromáticos que aportan propiedades que no tienen las parafinas como el buen comportamiento a bajas temperaturas y el poder disolvente, entre otros. (Lubricantes Gulf, 2012)

#### **Lubricantes Sintéticos**

Los aceites sintéticos son capaces de realizar muchos más kilómetros antes de degradarse. Generan menos residuos (lodos y lacas). Son mucho más resistentes a la oxidación y a la hidrólisis y contrariamente a lo que muchos pensábamos, resisten mejor las pérdidas por evaporación. Son más caros, pero llegan a compensar.



En general, los lubricantes sintéticos tienen las siguientes propiedades:

- Mejores propiedades lubricantes
- Mayor índice de viscosidad
- Mayor fluidez a baja temperatura
- Mayor estabilidad térmica y a la oxidación
- Menor volatilidad

Existen dos bases químicas para producir lubricantes sintéticos. Los Polietilenos-Alfa-Olefinicos (PAO) y los Ésteres. Los primeros, tienen su origen en la química de los hidrocarburos. Los segundos, en alcoholes y grasas naturales. Son de mayor calidad y gracias a sus características biodegradables, más compatibles con el medio ambiente. (Lubricantes Gulf, 2012)

## **2.4 Clasificaciones De Los Aceites Para su uso en Motores**

Hay dos sistemas principales de clasificación de aceites para motor:

El sistema de clasificación API de servicio en motores clasifica los aceites lubricantes para autos según su comportamiento en motores que funcionan en condiciones cuidadosamente controladas, concebidas para simular un servicio severo en el terreno. Este sistema abarca una amplia gama de categorías de servicio incluyendo un cierto número de pruebas de motor para especificaciones militares y de la industria tanto antigua como también actual.

El sistema de clasificación de viscosidad SAE clasifica los aceites según la viscosidad a 100 °C y a diversas temperaturas bajas, dependiendo del grado de la misma. La viscosidad a alta temperatura está relacionada con las características de consumo y de desgaste de un aceite. La viscosidad a baja temperatura,



predice el comportamiento en condiciones de arranque frío y la lubricación a baja temperatura.

Los aceites con alto índice de viscosidad son generalmente menos sensibles a los cambios de temperatura y por eso están en mejores condiciones para desempeñarse en forma eficiente a altas y también bajas temperaturas. Las propiedades viscométricas también son importantes respecto a la economía del combustible.

#### ○ **Aceites mono grados y multigrados**

El aceite mono grado es un lubricante que cumple un solo grado SAE, puede ser un grado de VERANO, o bien de INVIERNO, en el cual el número de SAE va acompañado de la letra "W" por Winter, invierno en idioma inglés (Lubricantes Gulf, 2012)

Propiedades:

- Alta protección contra el desgaste
- Alto nivel de limpieza y control de hollín
- Óptima protección contra la corrosión
- Mayor vida útil del motor
- Efectivo control de depósitos en el motor

#### **Aplicaciones**

Motores diesel de aspiración natural y turbo cargados, tractores agrícolas, flotas de tracto camiones, motores estacionarios, de construcción y en general, donde se requiera de un aceite para motor ciclo Diesel o ciclo Otto. Aceite Mono grado SAE 30 y SAE 40, API CF, CF-2 (Lubricantes Gulf, 2012)



## Aceite multigrado

Los aceites multigrados llegaron a los motores desde los años 1950. Un aceite multigrado es un lubricante diseñado originalmente para trabajar en aplicaciones donde los cambios de temperatura son considerables. Por ejemplo en algunas regiones del hemisferio norte las temperaturas son de  $-40^{\circ}\text{C}$  en el invierno y de  $40^{\circ}\text{C}$  en el verano. Sin embargo, esto no significa que los lubricantes multigrados no puedan ser utilizados en lugares en donde los cambios de temperatura no son tan dramáticos. En la actualidad, los aceites mono grados (un solo grado: SAE 40 por ejemplo) son cada vez menos comunes y han sido desplazados por los multigrados paulatinamente en todo el mundo. Los aceites mono grados se utilizan aún en aplicaciones como motores de competencia, equipo industrial que opera 100% en aplicaciones de alta temperatura y condiciones especiales de diseño de ciertos motores que no permiten el uso de un multigrado. Para el caso de un aceite 15W 40, mucha gente asume que el 15W es el grado del aceite para bajas temperaturas y el 40 el grado para altas temperaturas, aunque hay cierta lógica en ello. También hay grandes diferencias. Si esto fuera cierto, un aceite 15W 40 sería grado 15 en baja temperatura y 40 en alta temperatura. Eso significa que este aceite "engrosaría" con el cambio de la temperatura, lo cual no es cierto. La realidad es que el aceite 15W 40 es más grueso en bajas temperaturas que en altas temperaturas (como ocurre también con los aceites mono grados). El número 15W realmente se refiere a la facilidad con la que el aceite puede ser "bombeado" en bajas temperaturas, mientras más bajo sea el número "W", mejores serán sus propiedades de baja viscosidad y el motor podrá ser arrancado a muy bajas temperaturas. La "W" significa "Winter" - Invierno en Inglés. Un aceite 5W 40 es mejor que un 15W 40 en arranque a bajas temperaturas. Ese es el real significado del primer número "Facilidad de arranque en bajas temperaturas" - equivalente al término "Startability" en Inglés. El segundo término es el grado de viscosidad real del aceite a la temperatura de operación del motor y es determinado por la viscosidad cinemática del aceite a  $100^{\circ}\text{C}$ . Una vez que el motor arrancó y se ha calentado, el aceite trabaja como un grado SAE





40, esto es; la viscosidad con la que se protege al motor la mayor parte del tiempo. La gran ventaja de los aceites multigrados es su gran flexibilidad para proteger al motor en el arranque, con una viscosidad baja y que permite que el aceite llegue muy rápido a las partes del motor, para protegerlo contra el desgaste y posteriormente que sostenga una viscosidad correcta para el tiempo que opera en condiciones "normales" de temperatura que son reguladas por el sistema de refrigeración (enfriamiento) del motor. (Lubricantes Gulf, 2012)

### **Propiedades**

- Control efectivo contra el desgaste
- Estabilidad de viscosidad en condiciones de extremas de temperaturas
- Alto control de depósitos en el motor
- Ahorro de combustible
- Disminución de emisiones contaminantes a la atmósfera
- Alarga la vida útil del motor
- Intervalo entre cada cambio de 250 horas.

### **Aplicaciones**

Motores ciclo Otto de todo tipo de vehículos o diesel de maquinaria agrícola, flotillas de tracto camiones, líneas de transporte, motores estacionarios, equipos de construcción y cualquier motor que opere bajo condiciones de carga de trabajo severas.

Los aceites multigrados pueden ofrecer ventajas significativas sobre los mono grados:

a) Arranque más rápido del motor en frío: Se obtiene así menor desgaste del motor en sí, y también una mayor vida útil de la batería y del motor de arranque. Esto se comprueba no solamente en climas fríos rigurosos, sino también a



temperaturas ambiente moderadas como 20 °C. La diferencia entre un multigrado y un mono grado en estos casos es notoria. Establece la lubricación adecuada en la mitad del tiempo que un mono grado.

b) Los multigrados eliminan la necesidad de cambios estacionales del aceite (por ejemplo: SAE 30 en invierno y SAE 40 en verano).

c) Mejores prestaciones para el trabajo a bajas temperaturas, ya que debido a que los huelgos en los motores modernos son cada vez menores, el aceite debe fluir más rápidamente para llegar a las piezas vitales del motor, especialmente la lubricación del turbocompresor.

d) También se comportan muy bien a altas temperaturas, con una película más resistente a altas cargas que la de los aceites mono grado, y esto se refleja en una disminución del desgaste general del motor.

e) Existe un ahorro importante de lubricante, ya que se logra un excelente sellado en la zona entre anillos y pistón, allí donde se produce el mayor paso de aceite hacia la cámara de combustión, donde se quema tras lubricar al anillo superior (también llamado anillo de fuego).

f) Otro beneficio es el ahorro de combustible por: 1) su mayor fluidez a temperaturas bajas, lo cual reduce las pérdidas de energía en el arranque, y 2) su mayor capacidad para reducir la fricción en las zonas calientes y críticas del motor (anillos de pistón, camisas y balancines de válvulas), gracias a sus aditivos mejoradores de índice de viscosidad.

g) Mayor vida útil del lubricante y del equipo.

h) Periodos de cambio más prolongados según condición de operación del Equipo



## 2.5 Aceites Usados

El término aceite lubricante usado, tiene dos connotaciones, puesto que se lo utiliza para los lubricantes que están siendo utilizados, como también a los conocidos como aceites de desperdicio o quemados. En el primer caso el trabajo esencial que se realiza con los aceites usados es el monitoreo de sus características, en tanto que en el segundo caso se maneja el producto en sí para su recuperación o disposición. (Emilio Delgado, 2007)

El aceite lubricante usado de cárter (aceite de desperdicio) es el líquido aceitoso, pardo a negro, que se remueve del motor de un automóvil cuando este ha cumplido su función. Es similar al aceite que no ha sido usado excepto que contiene productos químicos adicionales a causa de su uso como lubricante del motor. (ToxFAQs, 2007)

Los productos químicos en el aceite consisten de hidrocarburos, que son destilados del petróleo crudo y de varios aditivos que mejoran el rendimiento del aceite. También contiene productos químicos formados cuando el aceite es expuesto a altas temperaturas y presión dentro del motor. Además contiene ciertos metales de partes del motor y pequeñas cantidades de gasolina, anticongelante, y sustancias químicas que provienen de la gasolina cuando ésta se enciende dentro del motor. (ToxFAQs, 2007)

Los productos químicos que se encontrarán en el aceite usado de cárter varían dependiendo de la marca o del tipo de aceite, de si se usó gasolina o aceite diesel, de la condición del motor de dónde provino el aceite, y de la cantidad de uso entre cambios de aceite. Éste no se lo encuentra naturalmente en el ambiente como un contaminante, salvo su mala gestión. (ToxFAQs, 2007)

A medida que los lubricantes circulan a través de los equipos actúan como "mensajeros" capturando trazas de metal (producto del desgaste) y otros



contaminantes (internos o externos). Esta característica de los aceites de "informar", se suma a las funciones típicas del lubricante.

## 2.6. Degradación del Aceite Lubricante

La degradación del aceite empieza cuando se abre el contenedor y permite la entrada de aire, el cual oxida el aceite. Un balde o tambor de aceite abierto y utilizado durante el curso de varios meses será más oscuro al final que al principio. Este nivel de oxidación afecta la apariencia del aceite, pero no afecta su comportamiento. En el momento del cambio de aceite, siempre el nuevo aceite se mezclará con un residuo de aceite viejo. Esta mezcla no causará ningún daño en sí, pero la próxima muestra causará residuos de ese aceite y puede parecer degradado. (Gonzáles, 2006)

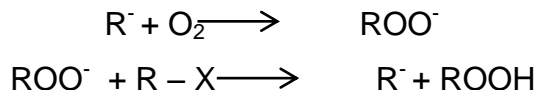
Después de su uso, el aceite lubricante adquiere concentraciones elevadas de metales pesados producto principalmente del desgaste del motor o maquinaria que lubricó y por contacto con combustibles. Además, se encuentran con frecuencia solventes clorados en los aceites usados, principalmente por contaminación durante el uso (reacción del aceite con compuestos halogenados de los aditivos) o por la adición de estos solventes por parte del generador. Dentro de los solventes que principalmente figuran son tricloro etano, tricloro etileno y percloro etileno. La presencia de solventes clorados, junto con altas concentraciones de algunos metales pesados constituyen la principal preocupación de los aceites usados por la toxicidad. (Gonzáles, 2006)

Los aceites lubricantes sufren una descomposición luego de cumplir con su ciclo de operación y por esto es necesario reemplazarlos. Esto es porque después del uso de un aceite queda hollín en el interior, éste es una parte de hidrocarburo parcialmente quemado que existe como partícula individual en el aceite, los



tamaños de estas partículas varían de 0.5 a 1.0 micras y generalmente se encuentran muy dispersas por lo cual es muy difícil filtrarlas. (Gonzáles, 2006)

Durante la combustión en el interior de los motores algunos materiales en el combustible, como el sulfuro, pueden convertirse en ácidos fuertes, éstos se condensan en las paredes del cilindro llegando al aceite, el cual transporta los ácidos a las paredes de los cilindros y desgastan estas piezas metálicas. (Bosh, 2007) La descomposición de los aceites de motor se debe especialmente a una reacción de oxidación. La oxidación de los hidrocarburos en fase líquida algunas veces es una reacción de radicales en cadena.



La reacción no se inicia hasta pasado un cierto periodo de inducción el cual corresponde al intervalo necesario para la formación de los peróxidos, que actúan como catalizadores, durante éste periodo la oxidación del aceite es muy débil. En el motor la oxidación se produce de forma muy rápida, en particular por la elevada temperatura que alcanzan las piezas próximas a la cámara de combustión. Los hidrocarburos parafínicos se oxidan por los extremos de la cadena formando ácidos o cetoácidos corrosivos (pasando por los correspondientes productos intermedios). Con los hidrocarburos nafténicos se rompe la cadena y ocurre un proceso análogo al de los hidrocarburos parafínicos. Los hidrocarburos aromáticos se oxidan con más facilidad que los parafínicos y los nafténicos, a causa de la sensibilidad del hidrogeno unido a un carbono de una cadena lateral próxima al ciclo aromático. La Figura 1. Muestra las reacciones que ocurren en los hidrocarburos parafínicos y en los nafténicos. (Raso, 2008)

Figura N° 1

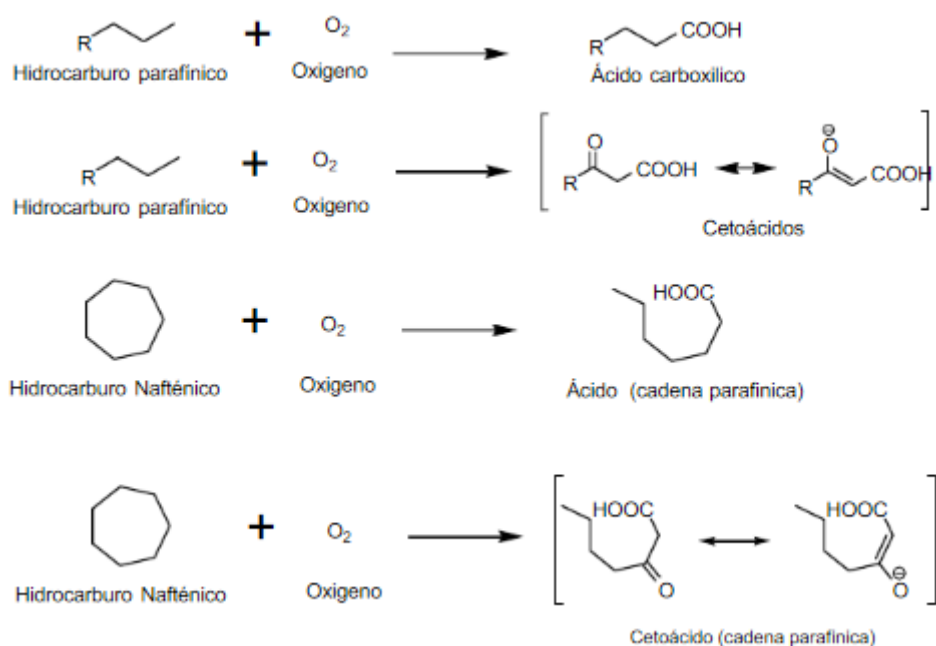


Figura 1. Reacciones de oxidación en hidrocarburos nafténicos y parafínicos.

Fuente: (Raso, 2008)

## 2.7. Factores de deterioro

En condiciones ideales de funcionamiento no habría necesidad de cambiar un aceite lubricante, la base lubricante no se gasta, se contamina y los aditivos son los que soportan las críticas condiciones de funcionamiento. La naturaleza de las partículas extrañas que contaminan el lubricante varía de acuerdo con el tipo de trabajo del mecanismo. Diversos factores como la temperatura y el estado son los factores más influyentes para el deterioro del aceite. (González, 2006)

### 2.7.1 Temperatura de operación

Los lubricantes derivados del petróleo son hidrocarburos, que se descomponen cuando están sometidos a altas temperaturas, esto hace que el aceite se oxide o se polimerice. Un aceite descompuesto de esta manera puede presentar productos solubles o insolubles, los productos solubles, por lo general, son ácidos



que forman emulsiones estables en presencia de agua y que atacan químicamente las superficies metálicas, principalmente cuando son de plomo o de cobre-plomo, si la concentración de estos ácidos aumenta considerablemente no pueden ser inhibidos por los aditivos antioxidantes y anticorrosivos, formando lodos que dan lugar a los productos insolubles. (Gonzáles, 2006)

Si estos productos no se eliminan del aceite pueden deteriorar las superficies metálicas que lubrican o taponan las tuberías de conducción del mismo. La oxidación y la polimerización depende en mayor grado del tipo de base lubricante de que esté compuesto el aceite y del grado de refinamiento que posea, aunque es posible evitar que ocurran mediante la utilización de aditivos antioxidantes. A temperatura ambiente el aceite puede mostrar algún grado de deterioro, el cual no incide apreciablemente en su duración, a temperaturas menores de 50°C la velocidad de oxidación es bastante baja como para no ser factor determinante en la vida del aceite. Mientras más baja sea la temperatura de operación, menores serán las posibilidades de deterioro. (Gonzáles, 2006)

### **2.7.2 Agua**

Esta se encuentra principalmente por la condensación del vapor presente en la atmósfera o en algunos casos se debe a fugas en los sistemas de enfriamiento del aceite. El agua presente en el aceite provoca emulsificación del aceite, o puede lavar la película lubricante que se encuentra sobre la superficie metálica provocando desgaste de dicha superficie. (Gonzáles, 2006)

### **2.7.3 Combustibles**

Se encuentran en los aceites debido a su paso hacia la cámara de combustión y de esta hasta el cárter, al interactuar con el aceite ocasionan una dilución del mismo. (Raso, 2008)



#### 2.7.4 Sólidos y polvo

Se deben principalmente a empaques y sellos en mal estado, permitiendo que contaminantes del medio entren al aceite. Otros contaminantes menos frecuentes aunque igualmente perjudiciales son: tierra y partículas metálicas provenientes del desgaste de las piezas, hollín y subproductos de la combustión de combustibles líquidos.

#### 2.8 Composiciones generales de los aceites lubricantes usados.

Los aceites usados son una mezcla muy compleja de los productos más diversos. Un lubricante está compuesto por una mezcla de una base mineral o sintética con aditivos (1 -20%). Durante su uso se contamina con distintas sustancias, tales como:

- Agua
- Partículas metálicas, ocasionadas por el desgaste de las piezas en movimiento y fricción.
- Compuestos órgano metálicos, que contienen plomo procedente de las gasolinas.
- Ácidos orgánicos o inorgánicos originados por oxidación, o del azufre de las gasolinas.
- Compuestos de azufre.
- Restos de aditivos: fenoles, compuestos de zinc, cloro y fosforo.
- Hidrocarburos polinucleares Aromáticos (PNA)

Pero además, pueden estar contaminados por otras sustancias cuya presencia es imprevisible, en una composición general, pero pueden estar presentes de acuerdo a las actividades donde se manejen los aceites lubricantes, tales como:





- Pesticidas
- Residuos tóxicos de cualquier tipo

Los aceites lubricante usados adquieren concentraciones elevadas de metales pesados como Pb, Cd, Cr, As y Zn producto principalmente del desgaste del motor o máquina que lubricó, y secundariamente del contacto con el combustible, como es el caso de la presencia de naftas en gasolinas que contienen tetraetilo de plomo como antidetonante. Adicionalmente con una cierta frecuencia se encuentran solventes clorados tales como el tricloro etano, tricloro etileno y percloroetileno y otros contaminantes presentes son el azufre y hollín generados en la combustión. (Gonzáles, 2006)

La Oxidación y la polimerización son resultantes del deterioro del aceite y depende en mayor grado del tipo de base lubricante de que este compuesto el aceite y del grado de refinamiento que posea, aunque es posible reducir y evitar estos procesos mediante la utilización de aditivos antioxidantes. (Gonzáles, 2006)

En todos los casos, como consecuencia de su utilización se degradan perdiendo las cualidades que le hacían operativos y por lo que resulta necesario su sustitución, generándose un residuo que puede ser variable en cantidad y composición dependiendo de su procedencia de forma general se presenta en la tabla N° 3:



**Tabla N°3**

Composición media de un Aceite Usado			
Contaminantes	Aceites Automóviles		Aceites Industriales (ppm)
	Con Motor Gasolina (ppm)	Con Motor Diesel (ppm)	
Cadmio	1,7	1,1	6,1
Cromo	9,7	2,0	36,8
Plomo	2,2	29,0	217,7
Zinc	951,0	332,0	373,3
Cloro Total	3600,0	3600,0	6100
PCB's	20,7	20,7	952,2

Fuente: (Gonzáles, 2006)

## 2.9 Caracterización de los aceites lubricantes usados

Las pruebas establecidas para aceites se pueden dividir en dos clases:

- La primera de ellas agrupa a todas aquellas que evalúan las características físicas o químicas del lubricante tales como viscosidad, índice de viscosidad, color, componentes, gravedad específica, etc. La segunda clase de ensayos sirve para evaluar las cualidades del lubricante en operación, observando y midiendo los efectos producidos en el motor durante un tiempo programado de prueba. La caracterización consiste en medir las propiedades más representativas que tienen los aceites lubricantes. Es importante conocer la naturaleza y extensión del grado de contaminación o deterioro de dicho lubricante. La caracterización se puede tomar como una medida o patrón de calidad de un aceite lubricante, para determinar la factibilidad del nuevo uso o para diagnosticar defectos en el rendimiento y funcionamiento del motor de un vehículo. Los análisis de caracterización implican y ayudan a juzgar la eficiencia del proceso de



regeneración escogido. Las propiedades susceptibles a ser medidas en un proceso de caracterización de un aceite usado están estipuladas y regidas por las normas ASTM. Y se detallan en la tabla N°4:

**Tabla N°4**  
**Pruebas de Caracterización de Aceites**

N° ASTM	NOMBRE DE LA PRUEBA	PROPOSITO	UNIDADES
D 92	Punto de inflamación e ignición copa abierta	Revisar contaminación con solvente	°C/°F
D 93	Punto de inflamación	Idem D 92	°C/°F
D 95	Agua por destilación	Medir contaminación con agua	Vol %
D 96	Agua y sedimentación	Recupera agua y solidos por centrifugación	Vol %
D 97	Punto de Ecurrimiento	Revisar habilidad para operar a baja temperatura	°C/°F
D 445	Viscosidad Cinemática	Verificar si la viscosidad ha cambiado	Cst
D 482	Cenizas	Verificar la contaminación con sólidos o pérdidas del compuesto	% masa
D 664	Número de Neutralización por titulación potenciométrica (N° total acido)	Medir el contenido ácido para verificar la cantidad de oxidación	mg KOH/g



D 665	Características de prevención de óxido de hierro (herrumbre)	Prevención del óxido de hierro (herrumbre)	Pasa/no pasa
D 877	Bajo de voltaje dieléctrico usando electrodos de disco	Verificar perdida de aislamiento	kV
D 892	Características espumantes del aceite	Ver si el aceite ha perdido protección antiespumante	mL. Espuma
D 893	Insolubles en aceites usados	Detectar la presencia de resinas	% masa
D 1401	Características de emulsión de aceites de petróleo y fluidos sintéticos	Medir que tan rápido el agua se separa del aceite	Tiempo a 3 mL de emulsión
D 1480	Densidad y gravedad especifica por el picnómetro de Bingham	Medida básica para ayudar a identificar un fluido	g/mL

Fuente: Normas ASTM D

Elaboración: el Autor

## 2.10 Alteraciones de las Características Físico Químicas de los Aceites Lubricantes Usados

Para evaluar el deterioro de los aceites lubricantes de motores tenemos que tomar en cuenta varios factores:



## **1. El combustible utilizado:**

- a. Diesel: Combustible "sucio", motor de alta compresión, problemas frecuentes con inyectores y bombas inyectoras. Existen problemas debido al contenido de azufre del combustible, a la temperatura de combustión que acelera el deterioro del aceite lubricante.
- b. Gasolina: Combustible relativamente limpio, compresión variable entre modelos, pero menor que los motores a diesel. La temperatura de combustión acelera la degradación de los aceites
- c. GNC (Gas Natural Comprimido): Combustible limpio, problemas de nitración y oxidación en los aceites.

## **2. El uso del motor:**

- a. Camión: Alta carga, normalmente rutas largas.
- b. Auto Particular: Todo rango de velocidad, cargas y tipo de viaje.
- c. Taxi: Mucho uso en la ciudad utilizando primera y segunda marcha. Pocos kilómetros para muchas horas de trabajo.
- d. Auto de carrera: Altas velocidades, revoluciones y fuerzas.
- e. Tractor o implemento agrícola: Una sola velocidad, alta carga, alta contaminación por tierra, frecuentemente estacionado 4 o 5 meses entre usos.
- f. Generador o bomba estacionaria: Una sola velocidad, menos variables.



El uso del motor, en lo que se refiere a la frecuencia y duración del uso hace que el aceite lubricante usado se genere en tiempos cortos que el normal. De ahí que la importancia de una gestión de los aceites incluye un aspecto muy importante como es la minimización de estos residuos, esto se podría lograr capacitando en el uso óptimo de los vehículos para prolongar la vida útil del mismo.

**3. El tamaño del cárter (capacidad de aceite) relacionado al tamaño del motor.**

**4. El aceite utilizado y sus valores originales.**

**5. Uso en carretera o caminos de tierra.**

#### **2.10.1. Aumento de la Viscosidad**

Si la viscosidad está más alta (más espeso el aceite) que el grado original, suele significar que ha ocurrido oxidación del aceite. La oxidación excesiva puede ser causada por:

- Sobrecalentamiento debido a un funcionamiento irregular del sistema de enfriamiento.
- Aireamiento (aire mezclado dentro del aceite) debido a aceite muy agitado por las partes móviles del motor, lo que suele ocurrir si el nivel del aceite esta debajo del recomendado.
- Presencia de pequeñas partículas metálicas, originadas normalmente por desgaste del motor estas pequeñas partículas de metal actúan como un catalizador, que acelera la reacción química entre el oxígeno y el aceite del motor, lo que provoca que el aceite se haga más espeso.



Otros productos de la oxidación incluyen sedimentos, gomas, barniz, depósitos de carbono y compuestos ácidos. Un aumento permisible de viscosidad se considera como máximo hasta un 30% más espeso que el original. Si el engrosamiento es mayor, se deberá hacer una inspección cuidadosa del sistema de enfriamiento del motor. La acción correctiva se deberá efectuar en cuanto sea necesaria, y se deberá reemplazar el aceite del motor y el filtro. El uso del motor y del vehículo se deberá vigilar cuidadosamente para asegurar que no haya una oxidación intensa.

### 2.10.2. Disminución de la Viscosidad

Se considera una disminución de viscosidad debido a la dilución del aceite. Una dilución máxima permisible de combustible del 3% de volumen, es generalmente aceptada. La dilución de combustible trae como resultado el aceite delgado y un aumento en la relación de desgaste del motor. Un nivel alto de dilución de combustible a:

- Ciclos de conducción cortos (especialmente en frío)
- Termostato defectuoso, lo que evita que el motor alcance su temperatura normal de funcionamiento.
- Ahogador defectuoso (carburador) o indicador de temperatura del enfriador defectuoso (inyección de combustible).
- Conducto del sobrecrece de gases de descarga tapado en el múltiple de admisión.
- Elevadora de calor, una unidad de control. O sistema EFE defectuoso, que afecten la temperatura del aire de admisión.
- Flotador de carburador/circuito de energía a boquilla de inyector defectuoso.
- Filtro de aire tapado o entrada de aire parcialmente cerrada.



### 2.10.3. Humedad

La contaminación de aceite del motor por humedad puede traer como resultado mala lubricación y formación de sedimentos. El contenido normal de agua en un aceite según los ensayos preliminares es del 0.05%. Los valores más altos del 2% se consideran excesivos por la mayor parte de laboratorios de pruebas. El agua también actúa como catalizador para promover oxidación en la presencia de metales como hierro, cobre y plomo. Cuando hay agua libre en el cárter, pueden crearse micro-organismos que se comen el aceite, formando ácidos que causan oxidación y obstruyen el filtro. El agua reduce la película lubricante e interfiere con la lubricación dejando las piezas susceptibles al desgaste abrasivo, adhesivo y fatiga. En áreas de presión las gotas de agua colapsan causando cavitación. Ésta se ve como corrosión o picado de la superficie donde hay diferencias de presiones. Las burbujas de agua (o aire en caso de espuma por exceso de aceite en el cárter) llegan al punto de presión e implosión, causando grietas pequeñas o puntos microscópicos en la superficie. Cada vez que hay implosión se forma una burbuja en el mismo lugar se va agrandando este punto.

Un alto nivel de humedad en el aceite del motor se puede deber a:

- Escapes en el empaque de la cabeza
- Bloque Motor agrietado
- Cabeza agrietada
- Válvulas de PCV y o mangueras tapadas
- Respiradero del cárter inoperante
- Ciclos cortos de conducción
- Largos intervalos de cambio de aceite.





#### 2.10.4 Formación de espuma

La tendencia a la formación de espuma y la persistencia de esta se determina insuflando aire seco en el aceite. El volumen de espuma obtenido durante el ensayo determina la tendencia a la formación de espuma del aceite. Al cabo de un tiempo de reposo se vuelve a medir el volumen, y así se determina la estabilidad de la espuma.

La espuma provoca problemas en los sistemas hidráulicos y de lubricación:

- Comportamiento errático de mandos hidráulicos
- Cavitación en bombas
- Derrames en depósitos
- Oxidación prematura del aceite
- Corrosión interna de elementos del sistema
- Fallos en cojinetes (por insuficiente lubricación)
- Disminución de la capacidad refrigerante del aceite
- Disminución de la capacidad de disolución del aceite
- Flotación de pequeñas partículas de lodo presentes en el aceite

La estabilidad de la espuma se ve favorecida por el aumento de la viscosidad del aceite, la presencia de compuestos polares en el mismo. Por el contrario, la temperatura elevada del aceite y la presencia de aditivos antiespumantes en el aceite reducen la tendencia a la formación de espuma.

#### 2.10.5 Anticongelante

La contaminación con anticongelante es causa de que el aceite del motor se congele. Al congelarse es demasiado espeso para fluir por el motor y lubricarlo en forma apropiada. Las posibles causas de anticongelante en el aceite incluyen:



- Cabeza de cilindros agrietada
- Escapes en el empaque de la cabeza
- Monobloque agrietado
- Sabotaje

### 2.10.6 Metales Pesados

Los metales que se presentan en la composición final de un aceite lubricante usado obedecerán principalmente al desgaste del motor por las condiciones de uso. A continuación se presenta la tabla N°5 donde se resumen los metales que se encuentran en un aceite lubricante usado sus concentraciones y su fuente de contaminación:

Tabla N°5  
Metales pesados en los Aceites Lubricantes Usados

METAL	CONCENTRACION NORMAL Ppm	CONCENTRACION ANORMAL Ppm	CONCENTRACION EXCESIVA Ppm	FUENTE DE CONTAMINACIÓN
Hierro	50-250	250-350	>350	Desgaste de anillos y cilindros  Desgaste de la bomba de aceite Otras piezas: desgaste del cigüeñal, árbol de levas
Aluminio	5 a 25	25 a 30	>40	Pistones Cojinetes de biela y o cojinetes principales  Cojinetes del árbol de levas  Bomba de combustible.



<b>Cobre</b>	5 a 25	100	>300	<b>Desgaste de cojinetes y bujes</b> <b>Desgaste de arandelas de empuje</b> <b>Desgaste de guías de válvulas</b> <b>Corrosión</b>
<b>Estaño</b>	0-1	5-10	>15	<b>Recubrimiento de pistones</b> <b>Cojinetes</b>
<b>Cromo</b>	5-25	30	>40	<b>Anillos de pistón cromados como única fuente</b>
<b>Silicio</b>	5-25	30	>40	<b>Motores Nuevos o recién rectificados</b> <b>Aditivos del aceite (antiespumante)</b> <b>Filtro de aire mal sellado (ingreso de tierra)</b>
<b>Sodio</b>			>1	<b>Ingreso de agua al motor</b>
<b>Plomo</b>			>1	<b>Contacto del aceite con combustibles o aditivo de combustible en países donde hayan estos compuestos</b>

Fuente: (Gonzáles, 2006)

Elaborado por: El Autor



## **2.11 Problemática ambiental y legal del uso y manejo del aceite lubricante usado**

En el Ecuador, aun no se han cuantificado ni el daño que causa los desechos resultantes del parque automotor

Los aceites son considerados potencialmente peligrosos para el ambiente debido a su persistencia y su habilidad para esparcirse en grandes áreas de suelo y del agua, formando un film que no permite el ingreso de oxígeno, lo que produce rápidamente una significativa degradación de la calidad del ambiente. En el caso de los aceites usados existe el riesgo adicional de la liberación de los contaminantes tóxicos presentes como es el caso de los metales pesados.

El vertido de aceite en el terreno, además de contaminar el suelo, puede infiltrarse contaminando el agua subterránea, o escurrir o ser arrastrado por el agua de lluvia y contaminar los cursos de aguas.

Si bien el vertido en la red de saneamiento no es una práctica muy difundida, así como tampoco la disposición en el terreno, una fracción menor de los aceites lubricantes usados es eliminada por estas vías.

### **2.11.1 Impactos ambientales**

Debido a que generalmente el aceite usado es comercializado como combustible alternativo debido a su poder calorífico, el principal problema ambiental se concentra en la mala gestión del aceite que se origina en la combustión en condiciones no adecuadas. Este procedimiento genera la degradación del ambiente por la gran cantidad de contaminantes, particularmente aquellos asociados con contenidos de metales como cadmio, cromo, plomo, entre otros, que son emitidos a la atmósfera durante el proceso de combustión. Estos



compuestos químicos producen un efecto directo sobre la salud humana y varios de ellos son cancerígenos. (Sanchez, 2008)

Las prácticas inadecuadas, derivan del desconocimiento de los impactos que generan y de los procedimientos técnicos para su regeneración, de la ausencia de normativas sobre su reutilización industrial (carencia de estándares de consumo en calderas, hornos y secadores) y del mercado informal existente con estos productos (Sanchez, 2008).

Todo residuo o desecho que pueda causar daño a la salud o al medio ambiente es considerado como un residuo peligroso, fundamento por el cual los administraciones tienen la responsabilidad de promover la adopción de medidas para reducir al máximo la generación de estos desechos, así como establecer políticas y estrategias para que su manejo y eliminación se ejecuten sin deterioro del medio ambiente y se reduzcan sus propiedades nocivas mediante técnicas apropiadas.

En el mundo han hecho su aparición en los últimos años, nuevos procesos y tecnologías que permiten la reutilización o reciclaje de residuos o desechos causados por la mala acción de los tratamientos de los desechos de aceite quemado, transformándolos en sustancias susceptibles de ser utilizadas o aprovechadas ya sea como materia prima o como energéticos (Sanchez, 2008).

Por desconocimiento de procedimientos técnicos para su adaptación, por ausencia de normatividad sobre su reutilización industrial, por la carencia de estándares de consumo en calderas, hornos y secadores y por el mercado negro existente con estos productos, se presume que los manejos dados a los aceites usados y en general a este tipo de energéticos alternativos, son inadecuados, no solo ambiental, sino técnicamente (Sanchez, 2008).



Estos procedimientos están generando la degradación del medio ambiente por la gran cantidad de contaminantes, particularmente aquellos asociados con contenidos de metales como arsénico, cadmio, cromo, plomo y antimonio entre otros, que son emitidos a la atmósfera durante el proceso de combustión.

Estos compuestos químicos producen un efecto directo sobre la salud humana y varios de ellos son cancerígenos.

De acuerdo a la agencia para la protección ambiental de los Estados Unidos (EPA), un galón de aceites lubricantes usados provenientes del cambio de un vehículo, puede contaminar un millón de galones de agua fresca y volverla inservible para el consumo humano, agua que satisface las necesidades de consumo de cincuenta personas por un año.

El aceite usado que es regado en el suelo puede llegar al agua superficial por la lluvia y filtrarse al agua subterránea, o evaporarse al aire, contaminando el ambiente y creando serios problemas de salud para la población.

En el Ecuador, al aceite usado se lo utiliza como aceite de relleno, entre cambios para vehículos; como pulverizador, en el lavado de autos; como plaguicida, para controlar el polvo en los caminos, para proteger al ganado vacuno de parásitos subcutáneos y para el tratamiento de madera, entre otros usos.

#### **2.11.1.1. Contaminación Del Aire**

La eliminación del aceite usado por combustión solo o mezclado con fuel-oil, origina graves problemas de contaminación, a menos que se adopten severas medidas para depurar los gases resultantes.

Los compuestos de cloro, fósforo, azufre, presentes en el aceite usado dan gases de combustión tóxicos que deben ser depurados por vía húmeda,



Otro gran problema asociado al anterior lo crea **el plomo** que emitido al aire en partículas de tamaño submicrónico perjudica la salud de los seres humanos, sobre todo de los niños. **El plomo** es el más volátil de los componentes metálicos que forman las cenizas de los aceites usados, por lo que puede afirmarse que, prácticamente, cuando se quema aceite todo el plomo es emitido por las chimeneas.

La cantidad de plomo presente en el aceite usado oscila del 1 al 1,5 por 100- en, peso y proviene de las gasolinas y de los aditivos. Estudios realizados en Países Bajos han estimado que si llegaran a quemarse las 70.000 toneladas año de aceite usado que pueden recogerse, se recargaría la atmósfera con 350 toneladas adicionales de plomo, lo que representaría una tercera parte más de lo que actualmente emiten los escapes de los vehículos. (Rosales, 2008)

Si se determinaría por quemar una lata de **5 LITROS DE ACEITE USADO**, sola o con fuel, emitiríamos una contaminación atmosférica a través de la combustión incontrolado de los mismos, debido a que los componentes de metales, cloro, que contienen producen gases tóxicos que deben ser depurados que **CONTAMINARÍAN UN VOLUMEN DE AIRE EQUIVALENTE AL QUE RESPIRA UN ADULTO A LO LARGO DE 3 AÑOS DE SU VIDA.** (Rosales, 2008)

Por tanto, las instalaciones donde haya de quemarse aceite usado deberán estar dotadas de un eficaz, pero muy costoso sistema depurador de gases o antes de su combustión deberá someterse al aceite usado a un tratamiento químico de refino para eliminar previamente sus contaminantes

#### **2.11.1.2. Contaminación Del Agua**

Los aceites lubricantes usados están constituidos por hidrocarburos saturados que contienen no son biodegradables, no se disuelven en el agua, forman películas impermeables que impiden el paso del oxígeno y matan la vida tanto en el agua como en tierra, esparcen productos tóxicos que pueden ser ingeridos por los seres humanos de forma directa o indirecta.



- ❖ **EL ACEITE USADO NO PUEDE VERTERSE EN EL AGUA 1 LT. DE ACEITE CONTAMINA 1.000.000-LDE AGUA** (Rosales, 2008)
- ❖ **5 LITROS DE ACEITE USADO, CAPACIDAD CORRIENTE DEL CÁRTER DE UN AUTOMÓVIL, VERTIDOS SOBRE UN LAGO CUBRIRÍA UNA SUPERFICIE DE 5.000 m<sup>2</sup> CON UN FILM OLEOSO QUE PERTURBARÍA GRAVEMENTE EL DESARROLLO DE LA VIDA ACUÁTICA** (Rosales, 2008)

Uno de los puntos ambientales donde puede producirse un alto impacto por contaminación es el agua. El vertido de aceites usados en los cursos de aguas deteriora notablemente la calidad de las mismas, al ocasionar una capa superficial que impide la oxigenación de las aguas y produce la muerte de los organismos que las pueblan.

El aceite usado altera el sabor del agua potable, y por ello debe evitarse la presencia del mismo en las aguas de superficie y en las subterráneas. Según el doctor K. Reimann, del Instituto Biológico Experimental Bavoro de Munich, concentraciones de aceite usado en agua de 1 a mg/l. convierten aquélla en inadecuada para el consumo humano. El doctor J. Holluta establece un valor límite de 0,44 mg/l para alterar considerablemente el sabor del agua potable, mientras que el doctor Knorr ha cuantificado valores inferiores, todos los sujetos de su experiencia detectaron alteración del sabor para concentraciones de 0,01 mg./l. y tres sujetos de cada cinco perciben todavía una diferencia de sabor para un contenido en aceite usado de 0,001 mg./l. (Rosales, 2008)

Además, los aceites usados vertidos en el agua originan una fina película que produce separación entre las fases aire- agua. Con ello se impide que el oxígeno contenido en el aire se disuelva en el agua, perturbando seriamente el desarrollo de la vida acuática.

A estas dificultades debemos añadir los riesgos que implican las sustancias tóxicas contenidas en los aceites usados, vertidos en el agua que pueden ser





ingeridos por el hombre o los animales. Dichas sustancias tóxicas provienen de los aditivos añadidos al aceite y engloban diversos grupos de compuestos tales como: fenoles, aminas aromáticas, terpenos fosfatados y sulfonados di-alquil-ditiofosfato de cinc, detergentes, poli-isobutilenos, poliésteres., que durante el uso del aceite a temperaturas elevadas forman peróxidos intermedios que son muy tóxicos. (Rosales, 2008)

#### **2.11.1.3. Contaminación Del Suelo**

Los aceites usados vertidos en suelos producen la destrucción del humus y contaminación de aguas superficiales y subterráneas. La eliminación por vertido de los aceites origina graves problemas de contaminación de tierras, ríos y mares.

En efecto, los hidrocarburos saturados que contiene el aceite usado no son degradables biológicamente, recubren las tierras de una película impermeable que destruye el humus vegetal y, por tanto, la fertilidad del suelo. (Rosales, 2008)

#### **2.12 Riesgos que encierra el manejo del aceite lubricante usado.**

Los riesgos que se pueden presentar son básicamente de tres tipos: goteos o fugas, derrames e incendios.

- **Goteos o fugas:**

Una manipulación incorrecta, en cualquier instancia del sistema de gestión integral de los aceites lubricantes usados, refiriéndose básicamente uso de recipientes inadecuados que pueden ser corroídos o un deterioro de las instalaciones de tratamiento, almacenamiento del aceite, puede ocasionar goteos o fugas.



- **Derrames:**

Un derrame puede ocasionarse por un accidente en cualquier instancia del sistema de gestión integral del aceite, esto ocasionado por un inadecuado sistema o una eventualidad.

- **Incendios:**

Los incendios pueden presentarse debido a la naturaleza de este residuo, y su cercanía a fuentes de ignición o fuentes eléctricas



### **3. CIMENTACION DE UN SISTEMA DE GESTION INTEGRAL DE LOS ACEITES LUBRICANTES USADOS DEL SECTOR AUTOMOTRIZ EN CUENCA**

#### **3.1 Gestión integral de los aceites lubricantes usados del parque automotor de la ciudad de Cuenca.**

La gestión de los aceites lubricantes usados del sector automotriz, no solo incluye, el manejo de los mismos, desde su generación hasta su eliminación. Sino además implica el uso apropiado del aceite lubricante para reducir al mínimo la producción de estos desechos, mediante las buenas prácticas ambientales y con los residuos finales establecer una gestión energética adecuada para el máximo aprovechamiento de estos desperdicios.

La puesta en marcha de un sistema de gestión integral de los aceites lubricantes de automotor usado implica que se debe cimentar el mismo de acuerdo con los siguientes aspectos:

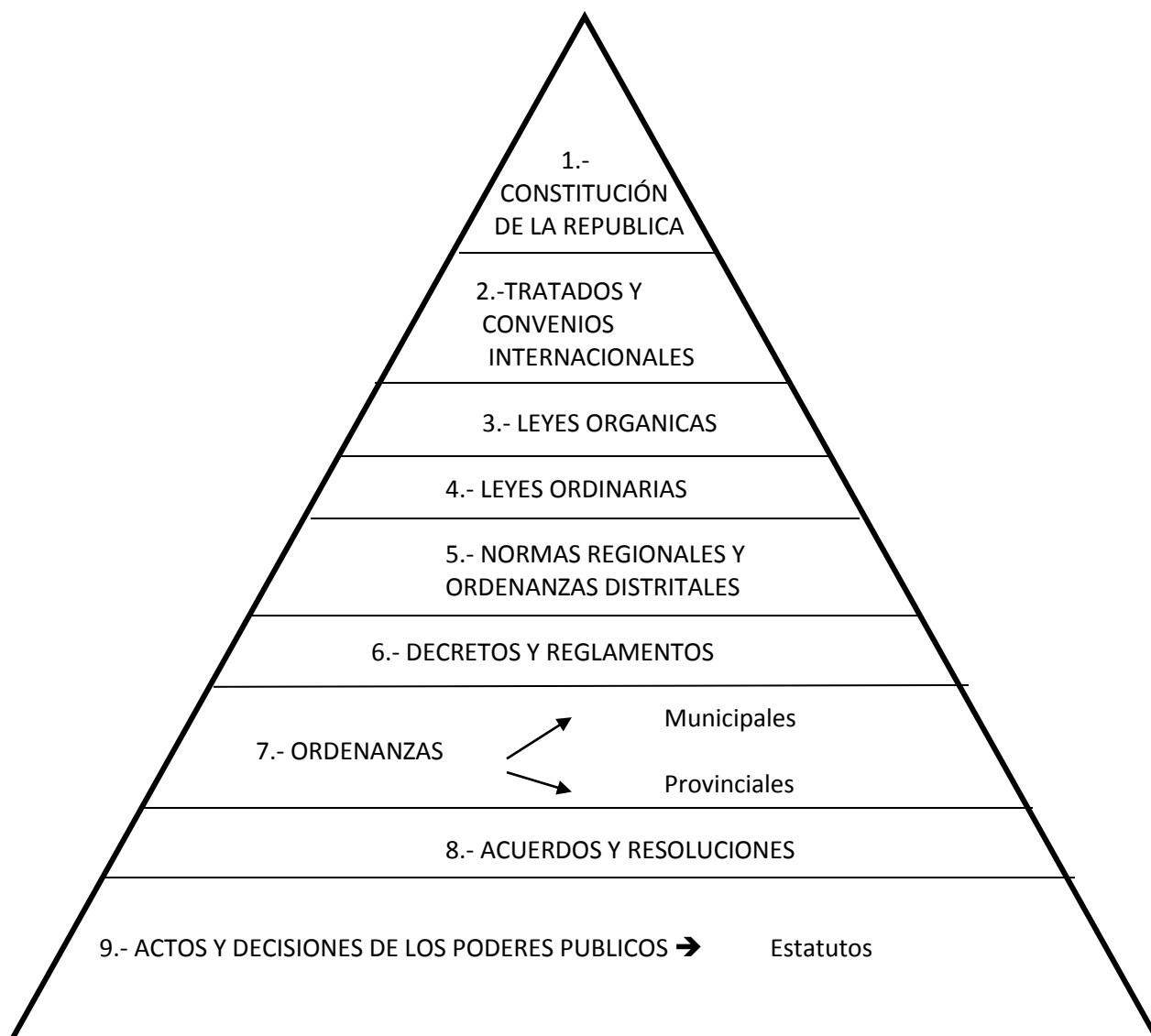
- El Marco Legal Ecuatoriano existente para el manejo de los Aceites Lubricantes Usados.
- Las distintas alternativas que define la disposición final o proceso técnico adecuado que permitan aprovechar este residuo de gran capacidad calorífica.
- La identificación de actores que compondrán este sistema de gestión.



### 3.2 Marco Legal Ecuatoriano Para la implementación de un Sistema de Gestión Integral de Aceites Lubricantes Usados

#### Jerarquización de Las Normas Jurídicas Ecuatorianas

El sistema legislativo ecuatoriano está integrado por un sin número de cuerpos legales que contienen las normas jurídicas que regulan el diario vivir de nuestro País. La revisión de las leyes vigentes en el Ecuador que regulen esta actividad de gestión de los aceites es muy importante; para ello es necesario ubicar a estas normas estatutos o leyes dentro del esquema propuesto por el jurista **Hans Kelsen**, conocido como la *Pirámide Kelseniana*, (Ramos, 2011) que establece la jerarquización de las normas jurídicas, lo que permite distinguir con claridad la supremacía de unas disposiciones legales sobre otras, cuyo orden se sintetiza en el siguiente cuadro y con fundamento en el Artículo 425 de la Constitución de la República vigente:



Fuente: (Ramos, 2011)  
Elaborado por: El Autor

### 3.2.1 Constitución

La Constitución de la República del Ecuador, tiene bien definido el derecho que tiene todo ciudadano de vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación, estableciendo las restricciones al ejercicio de determinados derechos y libertades, para la protección del medio ambiente. La Constitución declara de interés público la legislación y establece que se regulará conforme a la ley especificada en los artículos 86, 89 y 395 de los derechos colectivos (Ver Anexo 1)



### 3.2.2. Ley de Gestión Ambiental

Con la finalidad de dar las directrices de la política ambiental, la definición de actores, responsabilidades, para implementar con éxito una gestión ambiental surge esta ley aprobada mediante Registro Oficial 245, el 30 de Julio de 1999 para brindar protección a las personas o grupos sociales en donde se necesite realizar una gestión ambiental esto se encuentran definidos en los artículos: **1, 2, 7, 10, 28, 33, 41, 43 (ver anexo 1)**

### 3.2.3. Sistema Único de Manejo Ambiental

En su "Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. LIBRO VI, TÍTULO I"

Toda obra, actividad o proyecto nuevo, ampliaciones o modificaciones de los existentes, emprendidos por cualquier persona natural o jurídica, públicas o privadas, y que puedan potencialmente causar contaminación, deberán presentar un **Estudio de Impacto Ambiental ("EIA")**, que incluirá un plan de manejo ambiental, de acuerdo a lo establecido en el **Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA)**. El Estudio de Impacto Ambiental deberá demostrar que la actividad estará en cumplimiento de la Legislación Ambiental y sus Normas Técnicas, previa a la construcción y a la puesta en funcionamiento del proyecto o inicio de la actividad. El TULAS ofrece estos lineamientos para presentar un estudio de impacto ambiental en donde se identifican las necesidades para la presentación de un estudio, su justificación, la definición de autoridades ambientales competentes, las condiciones de presentación de estos estudios y la posterior obtención de la licencia ambiental. Dichos lineamientos basan en los artículos: **15, 16, 17, 18, 25, 27, 28 (ver anexo 1)**

Cuando no existen normativas que regulen el control ambiental de las distintas actividades que produce la gestión de los aceites es necesario recurrir a las leyes



internacionales para fijar parámetros como el de las emisiones atmosféricas que no tiene una definición clara dentro del TULAS. Para el caso de la quema de los aceites lubricantes.

Los aceites lubricantes usados que sean destinados para quema deberán ser analizados previamente para asegurar su destino de quema, de modo que los que contengan más de 1000 ppm de halógenos totales deberán ser considerados como desechos peligrosos y manejarse como tales. Según los parámetros internacionales el contenido de PCB's debe ser menor de 2 ppm para considerarlo como combustible en cualquier equipo térmico y entre 2 y 49 ppm par ser utilizado en ciertos hornos de alta intensidad a nivel industrial, como es el caso de las industrias de cemento. (Gobierno de Chile, 2008)

Sea cual sea su destino la EPA ha definido los límites máximos permisibles que deben ser monitoreados constantemente cuando el aceite es quemado dichos limites se hallan resumidos en la tabla 6.

**Tabla N° 6**  
**Límites Permisibles**

<b>Elemento Contaminante/Propiedad</b>	<b>Nivel Aceptable</b>
Arsénico, As	5 ppm máx.
Cadmio, Cd	2 ppm máx.
Cromo, Cr	10 ppm máx.
Plomo, Pb	100 ppm máx.
Halógenos	1.000 ppm máx.
Azufre, S	1,7% en peso
Bifenilos Policlorados (PCB's)	< 2 ppm
Higher Heating Value	≥ 120.000 BTU/gal
Flash Point	100 °F min

Fuente: U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 1997  
Elaboración: El Autor

La definición del marco legal ecuatoriano permitirá definir lo necesario para la creación de un sistema de gestión integral de los aceites lubricantes usados del parque automotor de Cuenca. Si bien es cierto no existen leyes exclusivas para el



manejo de los aceites usados, existen leyes que definen los cuidados que se debe dar a la naturaleza, la definición de actores para la creación de sistemas de gestión ambiental y los lineamientos que cualquier institución deberá presentar para que consiga los permisos ambientales respectivos.

### **3.3. Aspectos técnicos para la implementación de un sistema integral de Gestión de Aceites Lubricantes Usados**

#### **3.3.1. Alternativas De Gestión De Los Aceites Usados**

Por su elevada capacidad calorífica, el aceite lubricante usado se constituye en uno de los residuos con mayor potencial energético por lo que no gestionarlo adecuadamente haría perder este potencial.

Las posibilidades de aprovechamiento de los aceites lubricantes usados son definidos de la siguiente forma: (Betancur, 2008)

- Reciclaje del aceite lubricante usado
  - Regenerado (Con tratamiento y reusarlo como su destino original)
  - Recuperado (Uso como combustibles alternativos)
- Otros usos
  - Membranas asfálticas
  - Pinturas
  - barnices

##### **3.3.1.1. Reciclaje de los aceites lubricantes usados**

El **reciclaje** es el proceso fisicoquímico o mecánico que somete a los aceites lubricantes ya utilizados a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto. También se lo define como la obtención de





materias primas que pueden ser utilizadas con beneficios energéticos o de lubricidad, a partir de éstos aceites que son considerados como desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida y se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales, macro económico y para eliminar de forma eficaz los residuos de los humanos que no necesitamos.

#### **3.3.1.1.1 La Regeneración**

Mediante distintos tratamientos es posible la recuperación material de las bases lubricantes presentes en el aceite original, de manera que resulten aptas para su reformulación y utilización. Casi todos los aceites usados son regenerables, aunque en la práctica la dificultad y el costo hacen inviable esta alternativa para aceites usados con alto contenido de aceites vegetales, aceites sintéticos, agua y sólidos.

Con el producto final de la regeneración el uso del mismo puede ser utilizado como aceites bases para nuevos lubricantes. (Betancur, 2008)

#### **3.3.1.1.2 Recuperación de aceites lubricantes usados**

Para la recuperación de los aceites lubricantes usados se aplican unas operaciones tecnológicas basadas en los procesos físicos y químicos que consisten en el tratamiento de aceite con el objetivo de eliminar de éste unos productos e impurezas. Los procesos tecnológicos normalmente van formados por la siguiente consecuencia de métodos: mecánico-para eliminar de aceite agua libre e impurezas sólidas; termo físico (destilación al vacío, vaporización); físico-químicos (coagulación, adsorción). Si no son suficientes se aplican unos métodos químicos de regeneración de aceite vinculados con la aplicación de unas instalaciones más complicadas y haciendo que se eleven las inversiones económicas.



La finalidad de la recuperación de aceites usados es para el uso como combustible aprovechando el alto poder calorífico del mismo. (Betancur, 2008)

### **3.3.1.2 Otros usos del aceite lubricante usado**

#### **3.3.1.2.1. Membranas Asfálticas.**

Las membranas asfálticas de calidad certificada se confeccionan con asfaltos puros sin cargas minerales, sobre una tela sintética especial (geotextil) o sobre una película de polietileno (membranas en rollos).

Sin embargo se confeccionan membranas de baja calidad con el agregado de aceites usados previamente filtrados y clarificados en las cuales el aceite le confiere mayor plasticidad. Este uso no recomendable depende de factores económicos y falta de acuerdo control por parte de la autoridad de vigilancia ambiental (Giraldo, 2005)

#### **3.3.1.2.2. Pinturas y barnices asfálticos**

Utilizados en áreas rurales y lacustres para protección de maderas, muelles, embarcaciones, etc.

#### **Breas**

Para coberturas de techos y adherentes para membranas. Tapa juntas de cerámicos y losas

#### **3.3.1.2.3. Uso agrícola**

Se lo utiliza generalmente para el control de malezas además como Insecticida-acaricida de contacto y amplio rango. Se parte del aceite lubricante usado al cual



se lo debe re-refinar y se lo utiliza como vehículo de los agentes insecticida-acaricida. Se fabrican bajo estrictas normas de calidad (Efectos no fitotóxicos y cuidadosas condiciones de uso) (Centro de Actividades Regionales para la Produccion Mas Limpia, 2001)

### **3.4 Procesos de tratamiento para el aprovechamiento de aceite lubricante usado**

La demanda de los aceites usados tratados para ser utilizados como fuente de energía, depende del costo de los aceites usados ya depurados o limpios (con el fin de aumentar el porcentaje de la base lubricante de los mismos), el costo de los combustibles a utilizar si son mezclados y del comportamiento de los consumidores del nuevo combustible.

El aceite tratado tiene gran potencial para ser empleado como combustible no sólo por sus propiedades y características, sino por la necesidad de contar con alternativas energéticas y suministro seguro de energéticos, al liberarlo de los componentes que lo hacen un residuo peligroso. Puede ser utilizado para combustión en hornos, calderas, fundiciones, secadores, calefacción, procesos de fabricación de plastificantes y si se liberan todas las impurezas en motores de combustión interna.

Existen varios métodos de limpieza o tratamiento de los aceites lubricantes usados, los cuales buscan obtener material que sea combustible, que no dañe los equipos y cause el menor impacto o daño al medio ambiente, y son los siguientes. (Betancur, 2008)

- Proceso acido arcilla
- Extracción por solvente
- Proceso de Destilación al Vacío e hidrogenación
- Proceso de Destilación al Vacío y tratamiento en tierras



### 3.4.1 Proceso ácido arcilla para el tratamiento de aceites lubricantes usados

Con estos procesos de re-refinación se obtiene aceite base que es la materia prima para un aceite lubricante. La calidad del aceite base obtenida del proceso de re-refinación ácido/ tierra de Fuller (arcilla) es cuestionable. Los lodos producidos y las tierras usadas en estos procesos pueden causar un problema medio ambiental en su disposición final. (Manahan, 2007)

#### 3.4.1.1 Fundamentación científico técnica:

El aceite lubricante se trata con ácido sulfúrico y se filtra a través de la arcilla y cal para mejorar todo esto con el fin de mejorar su color y acidez.

Este método se lo desarrolla en cuatro etapas:

La **primera** etapa consiste en una sedimentación, donde se deja que las impurezas se sedimenten del aceite de 7 a 8 días, por lo que se puede disminuir la adición de ácido sulfúrico. Un posterior pre-calentamiento al aceite usado es llevado a cabo a presión atmosférica, para eliminar agua e hidrocarburos ligeros en el aceite. (Manahan, 2007)

La **segunda** etapa, utiliza ácido sulfúrico  $H_2SO_4$  en concentraciones moderadas, para extraer y/o eliminar aditivos, óxidos y productos degradados del aceite, formándose un lodo insoluble de estas sustancias contaminantes, el cual eleva la temperatura de 7 a 8° C más que la temperatura ambiente; se requiere de un tiempo de reposo entre 24 a 48 horas para remover la mayor parte de productos oxidados. Este tratamiento dependiendo de la mezcla entre el aceite y el ácido (5 -10 % vol) y concentración del ácido (~2 – 5 M) puede decrecer la gravedad específica, mejorar el color y reducir la cantidad de tierra filtrante.

La **tercera** etapa consiste en la utilización de tierras de Fuller para eliminar compuestos sulfatados y clorados no deseados a través de un proceso de



adsorción y mejorar con esto la estabilidad a la oxidación del aceite. Este tipo de tierra atrae a materiales “polares” y químicamente unirá a muchas impurezas quitándolas del aceite. La cantidad de tierra usada es de aprox. 15 – 25 % peso. (Manahan, 2007)

Finalmente, la **cuarta** etapa consiste en la neutralización usando hidróxido de calcio  $\text{Ca(OH)}_2$ . Básicamente en este proceso se extrae la etapa del tratamiento químico con ácido sulfúrico y la utilización de tierras filtrantes.

### 3.4.1.2 Identificación de las principales etapas del proceso

De lo explicado anteriormente podemos distinguir los procesos que intervendrán en la obtención del aceite base por el método ácido arcilla, éstos son necesarios para la identificación de impactos ambientales:

- **Sedimentación Primaria:** Un tiempo de sedimentación inicial de 7 a 8 días donde los materiales sedimentables se depositan en la parte inferior de un tanque de acero garantizando su extracción y confinándolas en un sitio seguro.
- **Evaporación:** Aquí el aceite se calienta hasta  $170^{\circ}\text{C}$  para permitir la evaporación del contenido de agua. Arriba de los  $100^{\circ}\text{C}$  se eliminan otras materias volátiles como gasolina o solventes orgánicos que pueden haberse mezclado con el desecho de aceite.
- **Agitación:** Luego de alcanzar la temperatura de  $170^{\circ}\text{C}$  el aceite debe ser enfriado aproximadamente a  $30$  o  $40^{\circ}\text{C}$  para permitir la adición del ácido sulfúrico concentrado a una cantidad de un 10% la cantidad del aceite.
- **Sedimentación:** La mezcla de aceite ácido se lo debe colocar en un recipiente de acero que tenga forma cónica en el extremo inferior donde se deberá mantenerlo mínimo un día para permitir que partículas insolubles decanten en el fondo del cono, éste lodo ácido formado no tiene uso



alguno se lo debe guardar en recipientes adecuados que garanticen un confinamiento seguro.

- **Estabilización del pH:** La mezcla restante de aceite ácido transparente se traslada a un recipiente para realizar nuevamente una agitación, en la cual el aceite-ácido con carbonato de sodio (ceniza de soda) a una temperatura de 170°C. El proceso total demora entre 2 y 4 horas. La cal reacciona con el ácido neutralizando el aceite a pH 7.
- **Filtración:** Al final del tratamiento con cal, es necesaria la filtración del aceite por medio de tierra fuller o diatomácea que permite la retención de impurezas y productos del proceso de degradación para garantizar la purificación del aceite.

#### 3.4.1.3 Identificación de impactos ambientales del proceso ácido arcilla

Conocidas las etapas del proceso de purificación del aceite lubricante usado, mediante el proceso ácido arcilla, podemos identificar los posibles impactos ambientales de esta actividad. Para ello se tiene que considerar que estos se definen de forma general describiéndolos de acuerdo a los elementos ambientales que están afectando y se los presenta por medio de la tabla N° 7

Tabla N° 7

##### Identificación de Impactos Ambientales del Proceso Ácido Arcilla

Actividad	Impacto	Elemento ambiental
<b>Evaporación</b>	Eliminación vapor de agua  Eliminación de gasolina volatizada y COV (carbón orgánico volátil)	Atmosfera ambiente aéreo refiriéndose a la calidad ambiental del aire
<b>Agitación</b>	Vapores del ácido sulfúrico Vapores provenientes de la reacción del ácido sobre el aceite	Atmosfera ambiente aéreo refiriéndose a la calidad ambiental del aire
<b>Sedimentación</b>	Lodo ácido producto de la decantación	Afección de la calidad del suelo de acuerdo a su disposición final



<b>Estabilización de pH</b>	Vapores producto de la reacción de neutralización	Calidad ambiental del aire
<b>Filtración</b>	Residuo filtrante de tierra de diatomeas que contendrá los contaminantes del aceite	Calidad ambiental del suelo en su disposición final

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.2 Proceso de extracción por solvente para el tratamiento de aceites lubricantes usados

Esta técnica es uno de los procesos más económicos y eficientes en la recuperación de aceites lubricantes usados. Este proceso reemplaza al proceso acido- arcilla ya que tiene como resultante la producción de lodo orgánico en lugar de uno toxico.

Al final este proceso es capaz de remover entre el 10 y el 14% del aceite usado como contaminante, lo cual corresponde a la cantidad de aditivos e impurezas, los solventes más utilizados son el furfurool y el MEK (metil-etil cetona por sus siglas en inglés). (Emilio Delgado, 2007)

#### 3.4.2.1 Fundamentación científico técnica del proceso

##### Extracción con furfurool

La extracción con furfurool separa compuestos aromáticos de compuestos no aromáticos. En su forma más simple, el proceso consiste de la mezcla de furfurool con el aceite, permitiendo que la mezcla sedimente en dos fases líquidas, decantación, y remoción de los solventes de cada fase. Este puede ser demostrado en un cilindro graduado de vidrio donde los disolventes de furfurool más densos disuelven los materiales aromáticos de un destilado dejando un color más ligero de un producto refinado. El producto resultante de la extracción de furfurool muestra un incremento en la estabilidad térmica y oxidación tanto como un

mejoramiento en la viscosidad y temperatura, como medida para un índice de viscosidad (IV) más alto. (Castells, 2012)

### Desparafinación con MEK

Este es un proceso que remueve las parafinas para reducir el punto de fluidez de los aceites base que se puede apreciar en la figura 3.

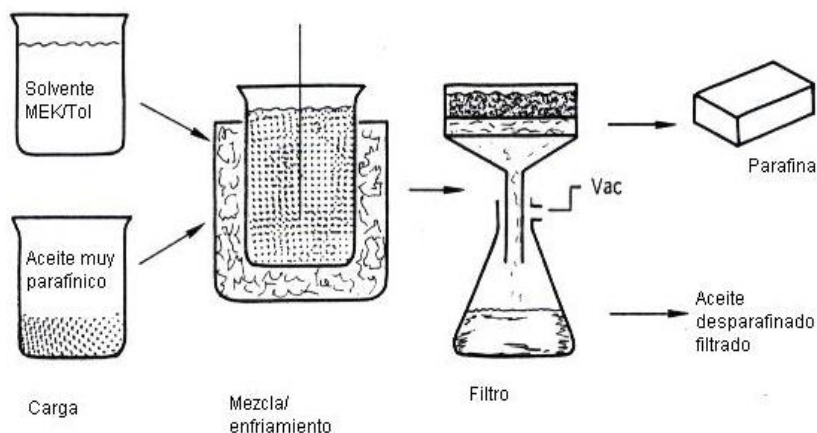


Figura 3: Proceso de Desparanifización con MEK  
Fuente: (Montes, 2009)

La figura 3 muestra un aceite parafínico mezclado con solvente metil etil cetona – tolueno. La mezcla es luego enfriada a una temperatura entre  $-12$  y  $-6^{\circ}\text{C}$  bajo el punto de fluidez deseado. Los cristales parafínicos que se forman son mantenidos en suspensión agitados durante el enfriamiento. La parafina es luego removida desde el aceite por filtración. El solvente es removido del aceite y la parafina y reciclado para su re-uso. (Castells, 2012)

#### 3.4.2.2 Identificación de las principales etapas del proceso

El sistema debe poseer la capacidad de separar el máximo posible de lodos del aceite usado y al mismo tiempo perder la mínima cantidad de base lubricante en los lodos para que estos lodos tengan una adecuada eliminación y el aceite pueda ser re utilizado así beneficiando al medio ambiente evitando los derrames de





aceite y por ende la contaminación de fuentes hídricas y suelos. En este proceso se pueden identificar las siguientes etapas:

- **Sedimentación:** El aceite usado se guarda en un tanque con fondo cónico para permitir la sedimentación de partículas grandes, se deja en el tanque por 3 días para homogenizarlo.
- **Adición del solvente:** Se adiciona al aceite usado el solvente. El proceso consiste en mezclar el aceite lubricante usado y el solvente en proporciones adecuadas para asegurar una completa miscibilidad de la base lubricante en el solvente. El solvente debe retener los aditivos y las impurezas orgánicas que normalmente se encuentran en los aceites usados
- **Agitación:** Se recomienda agitación a 275 rpm durante 15 minutos para asegurar un mezclado adecuado. La mezcla se deja sedimentar por 24 horas, así estas impurezas floculan y sedimentan por acción de la gravedad.
- **Lavado:** Se lavan los lodos por lo general usando 2 propanol y n hexano. Este proceso de lavado remueve un 95% del aceite intersticial presente en los lodos.
- **Evaporación:** Siguiendo el proceso de lavado, los lodos se llevan al horno por 5 minutos a 100°C para evaporar el exceso de solventes. Las pérdidas del aceite se calculan como el peso de los lodos secos sobre el peso del aceite adicionado en la mezcla. Se recupera el solvente por medio de una destilación esto con propósitos de reciclaje

### 3.4.2.3 Identificación de Impactos Ambientales del proceso

Si conocemos bien las etapas del proceso de purificación del aceite lubricante usado, mediante el proceso de **extracción por solvente**, se puede identificar los impactos ambientales presentes en esta actividad. Para ello se tiene que considerar que estos se definen de forma general describiéndolos de acuerdo a



los elementos ambientales que están afectando y se los presenta por medio de la tabla 8

Tabla N° 8  
**Identificación de Impactos Ambientales del Proceso**  
**“Extracción con Solventes Orgánicos”**

<b>Actividad</b>	<b>Impacto</b>	<b>Elemento ambiental</b>
<b>Sedimentación</b>	Sedimentación de partículas grandes presentes en el aceite usado	Va a afectar la calidad del suelo y/o de acuerdo a su disposición final de estos residuos
<b>Adición del Solvente</b>	Vapores producto de los compuestos orgánicos y la reacción con el aceite	Calidad ambiental del aire
<b>Agitación</b>	La velocidad de agitación puede ocasionar derrames	Calidad Ambiental del suelo
<b>Lavado</b>	Vapores fuente de los reactivos orgánicos	Calidad ambiental del aire
<b>Evaporación</b>	Eliminación de los solventes en exceso	Calidad ambiental del aire

Fuente: El Autor



### 3.4.3 Procesos de destilación al vacío e hidrogenación

#### 3.4.3.1 Fundamentación científico técnica

La destilación es considerada el primer proceso en la manufactura de aceites lubricantes. La porción de los residuos de la columna de destilación atmosférica el cual hierve entre 300 y 371° C, no es usada como productos ligeros por sus especificaciones adversas (punto de fluidez). Si un crudo es calentado a tan altas temperaturas, las moléculas se romperán a más pequeñas, bajando el punto de ebullición de las moléculas. Estos materiales craqueados térmicamente pueden causar problemas de calidad en los productos por manejar temperaturas muy elevadas alrededor de 340 y 371° C. (Castells, 2012)

En la destilación al vacío, el aceite es separado en productos de similar punto de ebullición para controlar propiedades físicas de los aceites base lubricantes que serán producidos en las torres de vacío con temperaturas alrededor de 399° C y presiones menos de 10 veces la presión atmosférica. Las principales propiedades que son controladas por destilaciones al vacío son viscosidad, punto de inflamación, y residuos de carbón. (Castells, 2012)

#### 3.4.3.2 Identificación de las principales etapas del proceso

Los procesos de destilación al vacío ofrecen resultados buenos para la obtención de aceites base, pero para saber el real impacto que ocasiona este proceso es necesario describir detalladamente las operaciones unitarias que se llevan a cabo para cumplir con dicho fin:

- **Sedimentación:** El aceite usado se lo coloca en un tanque con fondo cónico para permitir la sedimentación de partículas grandes, se deja en el tanque por 3 días para homogenizarlo.
- **Destilación Atmosférica:** es la destilación que se realiza a una presión cercana a la atmosférica. Se utiliza para extraer los combustibles



posibles contaminantes de los aceites y del agua que también puede estar presente. La destilación atmosférica permite la separación de componentes en función de su punto de ebullición. Para que se produzca el *fraccionamiento* o separación, es necesario que exista un equilibrio entre las fases líquido y vapor, que es función de la temperatura y presión del sistema. Así los componentes de menor peso molecular se concentran en la fase vapor y los de peso mayor, en el líquido. Las columnas se diseñan para que el equilibrio líquido-vapor se obtenga de forma controlada y durante el tiempo necesario para obtener los productos deseados.

- **Destilación al Vacío:** Esta operación se utiliza cuando la temperatura de ebullición del compuesto a destilar, es superior a la temperatura de descomposición química del producto. Esta operación se la lleva a cabo para eliminar hidrocarburos más pesados como el gasóleo.
- **Hidrogenación:** Proceso final para la obtención de aceites base cuyo fin es la eliminación de contaminantes tales como azúfre, nitrógeno, carbono, obteniéndose subproductos como  $H_2S$ ,  $H_3N$ , HC

#### 3.4.3.3. Identificación de los posibles impactos ambientales

De acuerdo a la descripción detallada de los procesos u operaciones necesarias para la obtención de los aceites base en la destilación al vacío e hidrogenación de los aceites lubricantes usados se puede elaborar una tabla donde se identifique los posibles daños que se hagan al medioambiente por la puesta en marcha de este proceso: (ver tabla 9).



Tabla N° 9  
Identificación de Impactos Ambientales del Proceso  
“Destilación al Vacío e Hidrogenación”

Actividad	Impacto	Elemento ambiental
<b>Sedimentación</b>	Solidos contaminantes del aceite: metales pesados,	Suelo por la disposición final de estos residuos
<b>Destilación Atmosférica</b>	Vapores provenientes de la eliminación de agua, combustibles e hidrocarburos ligeros como los aditivos	Atmosfera ambiente aéreo refiriéndose a la calidad ambiental del aire
<b>Destilación al vacío</b>	Vapores de la eliminación de los contaminantes de los aceites como hidrocarburos pesados como el gasóleo	Atmosfera ambiente aéreo refiriéndose a la calidad ambiental del aire
<b>Hidrogenación</b>	Vapores producto de la eliminación de contaminantes como azufre, nitrógeno	Calidad ambiental del aire

Fuente: Elaboración Propia



### 3.4.4 Procesos de destilación al vacío y tratamiento en arcillas

#### 3.4.4.1 Fundamentación científico técnica

Los aceites lubricantes usados que provienen motores de vehículos, se almacenan en tanques depósito. Se envía a tolvas de decantación (tanques especiales para el tratamiento) con agregado de floculantes y se eleva la temperatura a 50° C para acelerar la decantación de agua y algunos lodos que se separan y van a tanques para su despacho y disposición final (residuos peligrosos). La decantación requiere que transcurran alrededor de 48 horas antes de que los aceites usados estén en condiciones de continuar el proceso.

La presencia de agua y otros hidrocarburos livianos como gasoil o querosén, en el aceite usado no significa que hayan sido agregados deliberadamente, sino que se forman con el mismo funcionamiento de las máquinas o motores que lubricaban, por efecto de la fricción y la temperatura a que son sometidos, entre otros factores.

Finalizada la etapa de decantación se bombea luego a un tanque desde donde se alimentará el sistema de destilación propiamente dicho.

Floculantes: productos químicos que colaboran en la agrupación de las partículas que son más pesadas que los hidrocarburos y las ayudan en la decantación más rápida.

#### **Destilación.**

El proceso usado para separar fracciones homogéneas de este aceite es la destilación. La destilación consiste en calentar la mezcla para lograr separar cada producto que se encuentra en la solución, a través de la evaporación controlada desde los más volátiles a los menos. Así esos vapores se condensan fuera del



contacto del resto de la mezcla obteniendo un producto en estado líquido, ahora más o menos puro. A distintas temperaturas se obtienen los distintos productos.

El aceite a destilar se pasa desde el tanque de alimentación a lo que se denomina un pulmón de destilación. Este es un recipiente que almacenará el aceite usado mientras dura el proceso.

Ese aceite circula y recircula a través de una caldera, aumentando así su temperatura progresivamente. Este aumento se realiza en esta etapa a presión atmosférica. Los aceites livianos que son más volátiles entran en ebullición y los vapores emergentes pasan, a través de un conducto, a un condensador (sistema de enfriamiento rápido) que los convierte en líquido y se almacenan en un pulmón de livianos o pulmón de gas oil. Aquí se obtiene el primer producto de la destilación que es derivado luego a un tanque que lo almacena. En este caso la planta lo utilizará como combustible alternativo para la caldera.

Superados los doscientos grados y agotados por la destilación los aceites livianos, se conecta el sistema a una bomba de vacío que reduce la presión interna del mismo a 70mm de mercurio (algo así como el 5% de la presión atmosférica).

Como el siguiente producto a destilar son los aceites bases, el vacío permite que la destilación de los aceites bases destilen a 100° C menos de lo que destilarían a presión atmosférica, evitando así su craqueo por temperatura.

Los aceites resultantes de esta etapa conservan las características originales del aceite virgen usados en la formulación de lubricantes, prácticamente sin aditivos (lo poco que queda se elimina en un último proceso).

Una vez pasados por el condensador y antes de romper el vacío terminan en un nuevo pulmón de aceites que es parte del sistema de vacío, que aún no se puede



romper. Agotada la cantidad de aceite que se destila, se interrumpe el proceso de destilación y se rompe el vacío con nitrógeno (por seguridad no se utiliza aire).

Los hidrocarburos residuales que quedan en el pulmón, conforman el fuel oil. Se bombean directamente al tanque de depósito de fuel listo para su comercialización.

La introducción violenta de aire a esas temperaturas podría provocar la combustión rápida del oxígeno.

El nitrógeno además de no inflamarse, proporciona un enfriamiento muy rápido.

Desde el pulmón de aceite, es bombeado el mismo a los tanques donde se procede a un tratamiento con ácido sulfúrico, cal y arcillas para lograr eliminar aromas e impurezas aún existentes y así lograr el color deseado. Luego de estar estacionado con estos productos durante varias horas, se pasa por un filtro prensa, que es un sistema de filtros de telas que retienen las impurezas junto a la cal arcilla etc.

Finalmente se estabiliza el aceite (para evitar oxidaciones) con algunos productos químicos denominados estabilizantes.

#### **3.4.4.2 Identificación de las principales etapas del proceso**

Conocidos los principios técnicos de operación para la obtención de aceites base por medio de la unión de dos técnicas ya expuestas anteriormente se considera seguir con la identificación de los posibles impactos ambientales.





### 3.4.4.3 Identificación de los posibles impactos ambientales

**Tabla N° 10**  
**Identificación de Impactos del proceso de destilación al vacío y tratamiento con arcillas**

<b>Actividad</b>	<b>Impacto</b>	<b>Elemento ambiental</b>
<b>Sedimentación</b>	Solidos contaminantes del aceite: metales pesados,	Suelo por la disposición final de estos residuos
<b>Destilación Atmosférica</b>	Vapores provenientes de la eliminación de agua, combustibles e hidrocarburos ligeros como los aditivos	Atmosfera ambiente aéreo refiriéndose a la calidad ambiental del aire
<b>Destilación al vacío</b>	Vapores de la eliminación de los contaminantes de los aceites como hidrocarburos pesados como el gasóleo	Atmosfera ambiente aéreo refiriéndose a la calidad ambiental del aire
<b>Evaporación</b>	Eliminación vapor de agua Eliminación de gasolina volatizada	Atmosfera ambiente aéreo refiriéndose a la calidad ambiental del aire
<b>Agitación</b>	Vapores del ácido sulfúrico Vapores provenientes de la reacción del ácido sobre el aceite	Atmosfera ambiente aéreo refiriéndose a la calidad ambiental del aire
<b>Sedimentación</b>	Lodo acido producto de la decantación	Va a afectar la calidad del suelo de acuerdo a su disposición final
<b>Estabilización de pH</b>	Vapores producto de la reacción de neutralización	Calidad ambiental del aire
<b>Filtración</b>	Residuo filtrante de tierra de diatomeas que contendrá los contaminantes del aceite	Calidad ambiental del suelo en su disposición final

Fuente: Elaboración Propia



### **3.5. Análisis de las alternativas de aprovechamiento de los aceites lubricados usados y opciones de aplicación en la ciudad de Cuenca, discusión técnica, científica y ambiental**

Considerando que en todos los procesos destinados al aprovechamiento integral de los aceites lubricantes usados se tienen como subproductos: al agua que procede de los procesos de deshidratación, los combustibles recuperados, los mismos que deberán ser tratados y eliminados según criterios respetuosos con el ambiente.

Es importante destacar que en general los productos obtenidos en las diferentes tecnologías son aceites de base, agua, hidrocarburos ligeros y pesados, compuestos bituminosos, residuos que contienen metales, cloro, azufre, plomo.

Con esta premisa las posibilidades de aprovechamiento se limitan a un grupo reducido de actividades industriales, que requieren de una gestión energética y ambientalmente seguras. Por lo que para definir las opciones aplicables para la ciudad de Cuenca hay que considerar lo expuesto con anterioridad.

#### **3.5.1. Aplicación directa como combustible**

Según las tendencias actuales, existen aplicaciones de los aceites usados que ambientalmente recomendables, en el sentido de una menor utilización de los recursos naturales para un integral aprovechamiento energético.

Dentro de este grupo se pueden diferenciar las siguientes vías:

- Aprovechamiento para la obtención de calor: es la aplicación que mayoritariamente se les ha dado, especialmente en cementeras, refinerías, etc.



- Aprovechamiento en equipos de cogeneración para producir electricidad: aplicación como combustible para activar motores acoplados a equipos generadores. Dichas utilidades, propiamente, no se pueden considerar tecnologías, por el alto impacto que causan generadoras termo eléctricas, motivo por el que no se desarrollan más en este punto.

Con estas consideraciones en la ciudad de Cuenca la opción aplicable es la de reutilización del aceite en empresas cementeras cercanas a nuestra zona.

#### **3.5.1.1. Plantas de fabricación de cemento**

En los hornos de las plantas de fabricación de cemento se requieren altas temperaturas para transformar las materias primas en cemento y éstas son altamente alcalinas. Esto hace que los hornos usados en las cementeras tengan las condiciones ideales para la recuperación energética de los aceites usados en condiciones respetuosas con el ambiente. Elementos contaminantes como hidrocarburos aromáticos policíclicos, hidrocarburos clorados se destruyen durante la producción.

De las experiencias existentes en la actualidad, donde se deduce que cuando se utilizan aceites lubricantes usados como sustitutos de combustibles convencionales, no se aprecian incrementos significativos en cuanto a emisiones de partículas en la atmósfera, en particular de compuestos orgánicos, dioxinas, furanos.

La alcalinidad de las materias primas neutraliza compuestos como óxidos de azufre y de nitrógeno, cloruros de hidrógeno, y por tanto reducen las emisiones en la atmósfera de estos gases. Otras partículas de menor tamaño son recogidas mediante precipitación electrostática o mediante filtros, siendo posteriormente devueltas a los hornos.



El uso en hornos cementeros está garantizado ambientalmente debido que se garantiza la permanencia de los gases a 1200 °C por 3 segundos, tiempo en el cual el componente orgánico inclusive hasta el más estable es destruido. (Castillo Neira, 2010)

En la ciudad de Cuenca existe una planta de Clinker (componente principal del cemento) cuyo horno opera a una temperatura promedio de 1400°C superando así la temperatura de destrucción de contaminantes del aceite lubricante. Razón por la cual esta opción es de alta aplicabilidad en la ciudad.

#### **3.5.1.2 Combustible para calefacción**

Este uso normalmente se da en talleres mecánicos automotrices, de manipulación de hierro, etc. En este caso el aceite usado es quemado en estufas especialmente diseñadas para la utilización de este tipo de combustible. Con este sistema se dan emisiones a la atmósfera de metales volátiles, principalmente plomo y cloruros. Debido a que las emisiones que se producen con este sistema, se trata de una aplicación poco recomendable desde el punto de vista medioambiental.

En Cuenca existen empresas dedicadas a trabajar forjando hierro, razón por la cual esta opción energéticamente es de gran utilidad, pero no habrá un control de las emisiones por la tecnología de los equipos de combustión

#### **3.5.1.3 Combustible en plantas de producción de conglomerados bituminosos**

Después de eliminar el agua y sedimentos del aceite usado, éste puede ser aplicado como sustituto del gasóleo industrial en plantas de fabricación de conglomerados bituminosos.



De la información existente en la actualidad, se deriva que las emisiones de metales en estas plantas son superiores a las que se dan en las cementeras anteriormente nombradas, pero en los países en que se utiliza, suelen ser inferiores a las emisiones máximas autorizadas por las normativas. En estas plantas los elementos nocivos, principalmente metales, son fijados por las rocas calcáreas utilizadas, posteriormente se encapsulan con compuestos bituminosos y de esta forma se evita la producción de lixiviados.

En el Ecuador no existen experiencias manejando los conglomerados bituminosos con aceites residuales existe algo de información de experiencia en España, pero no se continuo practicándola por sus impactos al medioambiente (Centro de Actividades Regionales para la Produccion Mas Limpia, 2001).

#### **3.5.1.4 Aplicación como combustible después de un tratamiento severo**

Los tratamientos severos son aquellos que realizan extracción de agua y destilación al vacío, obteniendo finalmente, aceites base de calidad.

Los residuos procedentes de la destilación, que contienen la mayoría de los metales, pueden ser utilizados como componentes para las mezclas asfálticas. Esta opción es recomendable por el encapsulamiento de los metales pesados en las carreteras, pero si este encapsulamiento no es posible los tratamientos de eliminación de estos metales elevaría los costos del aceite como combustible, y la manipulación de los desperdicios constituiría un riesgo elevado para la salud de las personas.

La industria cuencana no contempla entre sus productos, el refinamiento de hidrocarburos, por lo que ni existe la tecnología para aplicar esta opción.

#### **3.5.2 Re-refino para la obtención de aceites de base**

El conjunto de aplicaciones reflejadas en esta opción tiene como objetivo final la obtención de aceites de base. La aplicación de estos aceites de base es la



fabricación de nuevos aceites lubricantes para aplicar en motores, procesos industriales, etc.

Al igual que en el proceso anterior la industria de Cuenca no cuenta con los equipos necesarios para desarrollar con éxito la re-refinación, pero esta opción no se la descarta del todo porque existen un gran futuro en el desarrollo de tecnología e investigación, por el reaprovechamiento de esta base lubricante.

#### **3.5.2.1 Mediante tecnología ácido/arcilla**

Esta tecnología conlleva la producción de lodos muy ácidos con un alto contenido en hidrocarburos aromáticos policíclicos, ácido sulfúrico y compuestos sulfurosos, así como metales. Dadas las características físicas y químicas de estos lodos no pueden ser destinadas a vertederos. La aplicación principal, juntamente con las tierras del proceso, se da en forma granulada a las plantas de fabricación de cemento. El costo de esta aplicación es elevado.

Otra posible aplicación es la incineración, pero el costo debido al tratamiento de gases para su neutralización, mediante sosa cáustica es elevado. Así, a un costo elevado el lodo puede ser tratado para obtener ácido sulfúrico o dióxido de azufre.

Las arcillas utilizadas en estas tecnologías tienen que ser incineradas, con el mismo problema en cuanto a la producción de gases.

El problema fundamental de esta técnica es la producción de lodos ácidos y altamente contaminantes, por la experiencia que se tiene en el Ecuador en el manejo de residuos sólidos peligrosos, ésta técnica tampoco sería recomendada

#### **3.5.2.2 Mediante tecnología de destilación al vacío**

En el proceso de destilación al vacío que utilizan las tecnologías modernas, el contenido en metales de los productos destilados (aceites de base) es inferior a 1 ppm. (Gonzáles, 2006)



Todos los metales contenidos en el aceite usado se encuentran en el residuo de la fase de destilación al vacío. Estos residuos se pueden mezclar, en las proporciones adecuadas, con otros residuos para obtener un producto aplicable como betún asfáltico.

Esta opción es buena ya que no tiene mayor impacto ambiental si se manejan los residuos de manera eficiente, además que devuelve un aceite de buena calidad que puede ser reutilizado, pero el costo de inversión de esta tecnología es elevado.

No existe información acerca del manejo de esta alternativa en el Ecuador.

### **3.5.2.3 Mediante tecnologías de destilación al vacío, con tratamiento químico o de arcillas**

Los aceites de base producidos por tratamiento químico o con arcillas tienen un contenido en metales inferior a 1 ppm. (González, 2006)

El tratamiento que se puede dar a las arcillas utilizadas y a los compuestos químicos resultantes del proceso es la incineración en hornos de cementeras.

Resulta muy interesante la combinación de dos procesos de tratamiento del aceite lubricante usado para su aprovechamiento integral, pero se corre un alto riesgo en el manejo de residuos, por lo que buscar otras opciones resulta más pertinente.

### **3.5.2.4 Mediante tecnologías de destilación al vacío e hidrogenación**

Aparte de las emisiones comunes que se dan en los procesos de manipulación de aceites, el tratamiento final del catalizador utilizado lo deben realizar empresas especializadas.



Dentro de este grupo se puede destacar la tecnología UOP DCH (unidad operativa de destilación al vacío y tratamiento de hidrogeno) (La tecnología UOP DCH conlleva el tratamiento del aceite usado mediante gas hidrogeno a cierta temperatura y, mediante una separación adecuada, se eliminan los sólidos y elementos metálicos)., en la que los efluentes generales tienen pocas repercusiones ambientales. Los productos producidos son aceites de base, gas y aceite combustible sin la presencia de compuestos clorados y sulfurosos, agua con una baja demanda química de oxígeno y libre de sulfatos y organoclorados y un residuo pesado apto para las mezclas asfálticas.

En el país aún no existe el desarrollo tecnológico ni la experiencia en el manejo de estas técnicas de regeneración de aceites. Ambientalmente esta técnica sería la más recomendada, además que el aceite base que se obtendría sería de similar calidad al original.

### **3.5.3 Otras aplicaciones**

#### **3.5.3.1 Utilización en refinerías**

La aplicación en refinerías consiste en el reciclaje de aceite usado incorporándolo a los procesos de refinado para obtener aceites de base vírgenes que se llevan a cabo en las refinerías.

Esta posible aplicación se ha estudiado en plantas piloto de Francia. Mediante un adecuado pre tratamiento para eliminar agua e hidrocarburos ligeros y reducir el contenido en órgano-clorados, la aplicación puede ser ambientalmente correcta. Todos los metales se encapsulan con asfalto, reduciendo considerablemente los lixiviados. Aun así, se generan problemas de corrosión en las plantas de tratamiento, hecho que de momento condiciona la viabilidad de estas aplicaciones.





Esta opción estaría un poco restringida para la ciudad de Cuenca, en lo referido a la distancia con las refinerías desde nuestra ciudad, pero no se puede dejar de lado la buena opción para una gestión integral de los aceites lubricantes usados.

#### **4. Resultados y discusiones de la investigación**

##### **4.1 Análisis de las alternativas de gestión para la ciudad de Cuenca**

Una vez sentados los aspectos legales, ambientales, y técnicos de las alternativas de gestión de los aceites lubricantes usados es conveniente discutirlo con lo que cuenta hoy la ciudad de Cuenca.

##### **4.2 Programa de Recolección de Aceites de ETAPA EP Cuenca**

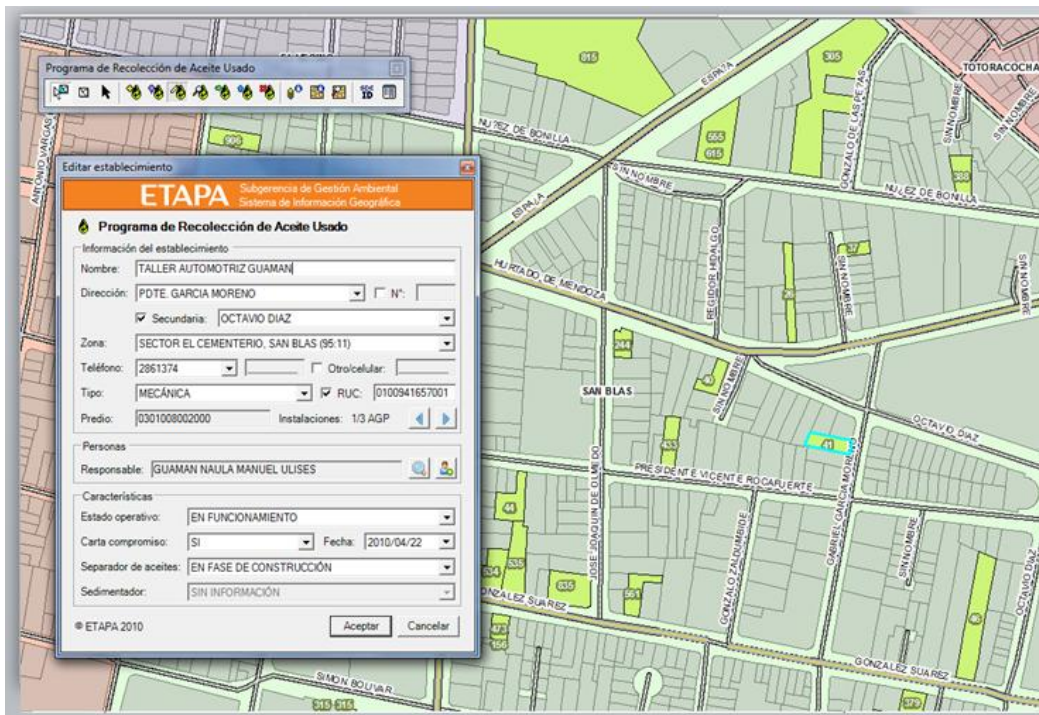
El programa de recolección de Aceites lubricantes del cantón cuenca nace en el año de 1998 con el objetivo principal de preservar las fuentes hídricas de la ciudad (**Crespo, 2012**), para cumplir con este fin la empresa de Lunes a Viernes realiza la recolección de los mismos para ello cuenta con una base de datos de estos actores del programa de recolección (ver Anexo 2) (ver fotografía 1) y adicional a esto cuenta con ayuda de un mapa que establece las rutas en la ciudad donde están localizados las mecánicas, lubricadoras y lavadoras (ver Anexo 3)

En dichos anexos se halla también estipulado que existen más participantes del sistema de recolección de aceites manejado por ETAPA EP. Tales como las Empresas Eléctricas, Pollerías, y algunas industrias de la ciudad, pero para los fines de esta investigación se tomaran únicamente en consideración los centros que brindan servicio para el mantenimiento y limpieza de los vehículos.



## Fotografía N° 1

### Base de Datos para la Recolección de Aceites



Fuente: (Crespo, 2012)

La recolección se realiza en dos tanqueros de 1500 y 1200 galones de capacidad (ver fotografía 2), teniendo un recorrido programado.

Fotografía N° 2

### Tanque de Recolección



Fuente: (Crespo, 2012)

El aceite lubricante usado recolectado, recibe un tratamiento ligero (de tamización y sedimentación), para adecuarlo antes de su destino final, al mismo tiempo que el aceite está recibiendo el tratamiento, se lo va almacenando en un tanque de 1000 m<sup>3</sup> de capacidad (Ver Fotografía 3). Este sistema se encuentra ubicado en la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba, que se halla a cinco kilómetros de la zona urbana de Cuenca. (Crespo, 2012), y se lo describe más detenidamente a continuación:

Fotografía N° 3

### Tanque de Almacenamiento



Fuente: (Crespo, 2012)

Primero, el aceite ingresa a un sistema de tamización y pre sedimentación que es una estructura de hormigón armado, dividido en dos cámaras.

La primera de dos metros de largo por cincuenta centímetros de ancho y 2 metros de profundidad, sobre esta se halla ubicado un tamiz metálico de dos metros de largo por cincuenta centímetros de ancho, con media pulgada de luz. Aquí se eliminan arenas, piedras, guapes y piezas de vehículos.

La segunda es un cubo de dos metros por lado, la misma que se halla separada de la cámara anterior por una pared divisoria por donde el aceite se vierte en esta cámara para iniciar con una sedimentación de material que atravesó el tamiz. En esta etapa puede presentarse objetos flotantes, adicionalmente algo de agua presente en los aceites que se retiran, para que pase solamente aceite al tanque de almacenamiento.



Este tanque está compuesto por 7 cámaras que permiten una circulación adecuada del aceite debido a que éstas tiene separadores verticales a distinto nivel. En el interior de las cámaras se evapora la gasolina y el diesel mezclado en lubricadoras y mecánicas, además de que se sedimenta lo arrastrado por la circulación misma del aceite en todo el sistema. (Crespo, 2012)

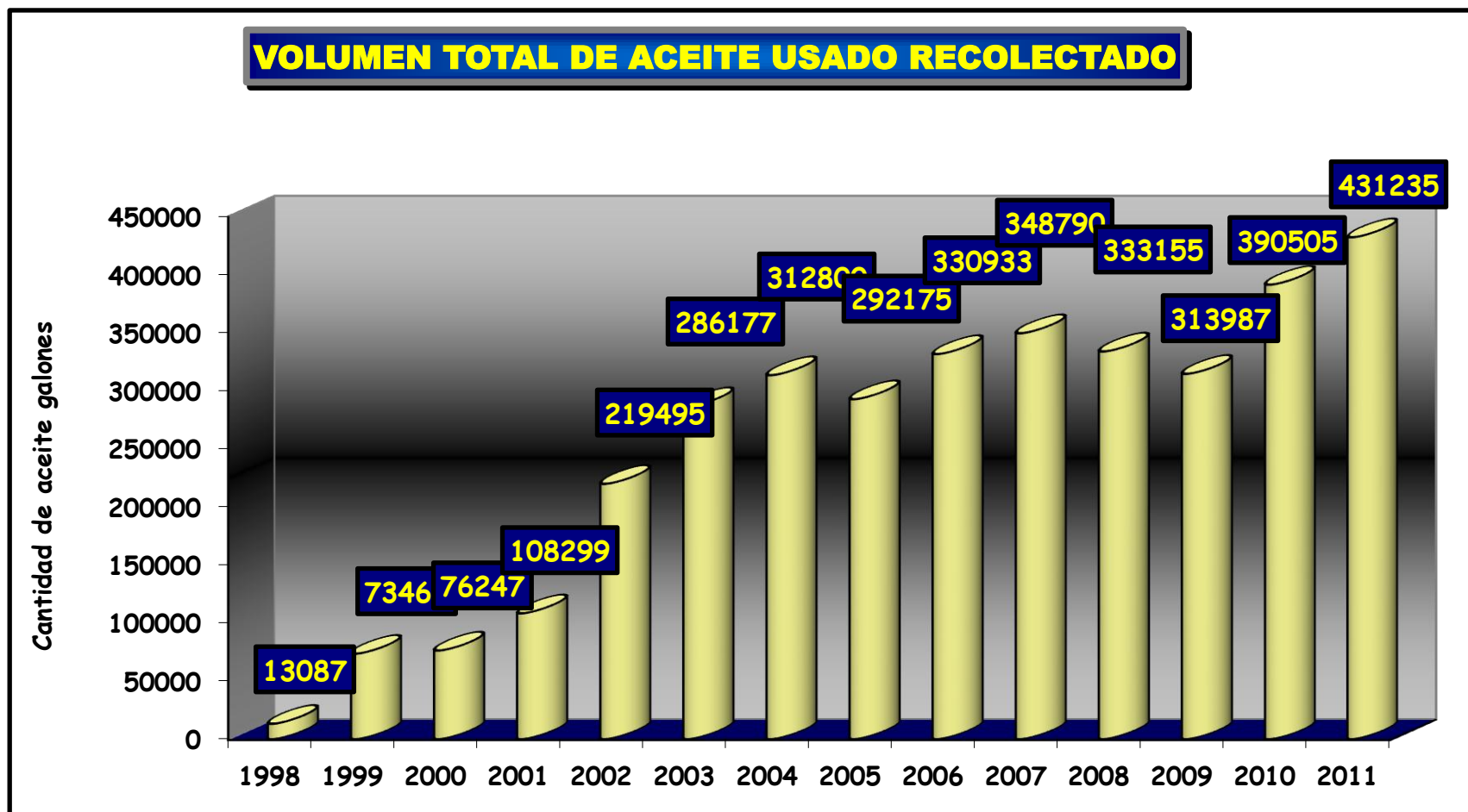
Una vez finalizado el recorrido del aceite en las distintas cámaras, el mismo se va almacenando en la última de ellas, hasta ser pasada al movilizador certificado como lo es GADERE S.A. (GESTION AMBIENTAL DE RESIDUOS) para su transporte hasta sus destinatarios. (Crespo, 2012)

Se estima que este proceso de transporte del aceite lubricante usado, así como los residuos sólidos de este tratamiento son transportados por GADERE S.A. en un estimado de 3 veces a la semana para su eliminación final por combustión en las industrias guayaquileñas Alfadomus y Holcim que se encuentran calificados por el ministerio del Medio Ambiente como dispositivos finales. (Crespo, 2012)

Hasta el momento, según estimaciones de ETAPA EP se recolecta el 56% de los aceites generados en el parque automotor de la ciudad de Cuenca. La gestión en cuanto a la recolección de los aceites en el tiempo es notoria (Ver Figura 4.), pese a que no existe obligación alguna que ellos entreguen el aceite a ETAPA EP.



Figura N° 4



Fuente: (Crespo, 2012)

Elaboración: EL Autor





#### 4.2.1 Estimación del parque Automotor en Cuenca

Desde que se estableció el proceso de revisión vehicular en el Cantón se puede conocer con estimar con mayor cercanía la cantidad de automotores en la ciudad, según funcionarios de la EMOV (EMPRESA MUNICIPAL DE MOVILIDAD) para el año 2010 se estableció que existen 85000 automotores en el cantón Cuenca. No existe ninguna regla de clasificación para vehículos de uso industrial por lo que se consideró pertinente hacer la estimación del parque automotor de Cuenca únicamente con la información de la entidad mencionada anteriormente.

##### 4.2.1.1 Evolución Histórica del Parque Automotor En Cuenca

El parque automotor estimado para el 2005 fue alrededor de 69000 vehículos para la ciudad de Cuenca, en aquellos años se manejaba la estadística que había un auto cada 6 habitantes este dato comparado con el año anterior, reportaba un incremento del 8%.

Apreciaciones para el año 2010 definieron al parque automotor en 85000 vehículos donde se estableció que existía un auto cada 5 habitantes, estadística que se maneja hasta hoy en día, además el incremento del parque automotor en comparación al 2009 fue del 8% según la información otorgada por la EMOV.

#### 4.2.2 Estimaciones de la cantidad de aceite lubricante usado producido y recolectado

Según la base de datos de la EMOV Cuenca en el cantón existen funcionando con el permiso respectivo los siguientes sectores del parque automotor: ( Archivo General EMOV, 2012)

**Taxis Legales:** 3615 unidades

**Buses Interparroquiales** 71 unidades

**Buses Urbanos:** 830 unidades

**Camiones Carga Pesada:** 306 unidades



**Camiones Carga Liviana:** 591 unidades

**Busetas Escolares:** 676 unidades

De estos se tendrían un total de 6089 unidades móviles por lo que el total de autos particulares serían de 78911 en el cantón Cuenca.

Teniendo en cuenta que el parque automotor es diverso mediante investigación in situ a un taller mecánico de la ciudad se pudo obtener la siguiente información:

**Vehículos pequeños de cilindraje** de 1000 a 2000cc ocupan en promedio 1galon de aceite lubricante. Entre este grupo se hallan los taxis urbanos de la ciudad y casi la totalidad de autos del parque automotor privado.

**Vehículos Escolares Busetas:** sean de motor a diesel o a gasolina ocupan 1,5 galones de aceite.

**Vehículos de Transporte de carga liviana:**

Camionetas de carga calificadas por la unidad municipal de movilidad usan 1,5 galones

Camiones medianos: entre 2 y 4 galones dependiendo del motor

**Vehículos de Transporte de carga pesada:** Dependen del tipo de motor sus consumos oscilan entre 4 y 6 galones

**Buses:** también dependerán del tipo de motor y su consumo está entre 4 y 6 galones.

Con la información recopilada a mecánicas especializadas en la ciudad se puede armar una tabla para determinar en promedio la producción de aceites lubricantes usados en el sector automotriz en la ciudad de Cuenca (Ver tabla 10).





Indicándose que se estipularán los resultados promedio en cada sector, además que no existe información alguna en la ciudad sobre una clasificación del parque automotor sectorizado por tipo de motor.

Tabla N° 11

**Estimación de la Generación de Aceites Lubricantes Usados en Cuenca**

<b>Tipo Automotor</b>	<b>Total de Automotores</b>	<b>Consumo Medio mensual (galones de aceite por tipo de motor)</b>	<b>Consumo mensual de Aceites Lubricantes Usados (galones)</b>	<b>Total</b>
<b>Sector Privado</b>	78911	1	78911	
<b>Taxis</b>	3615	1	3615	
<b>Buses</b>	901	5	4505	
<b>Carga Pesada</b>	305	5	1525	
<b>Carga Liviana</b>	591	2	1182	
<b>Busetas Escolares</b>	676	1,5	1014	
<b>Total</b>	<b>85000</b>	<b>-</b>	<b>90752</b>	

Fuente: ( Archivo General EMOV, 2012)  
Elaboración Propia

Si consideramos a este resultado del cuadro como un consumo mensual de **90752 galones** por el parque automotor de Cuenca al año se estaría manejando un volumen de **1'089024** galones. Adicional a esto se debe considerar que el aceite lubricante usado al instante de realizar el cambio, algo se queda pegado en el motor, además puede presentarse perdidas por mal gestión de los mismos en las instalaciones generadoras de estos residuos, se puede definir que existirá aproximadamente un 20% de pérdidas (Lubricantes Gulf, 2012), que se pueden reducir con una adecuada gestión integral de estos residuos.



De esta manera se tiene aproximadamente, la generación de aceites lubricantes para Cuenca en el año 2011 que fue de **871219.2 galones**.

Según datos de la empresa ETAPA EP que su recolección en el año **2011** fue de **431325** galones. Por lo que el programa manejado por la empresa municipal recolecta tan solo el **49,51%**

#### **4.3 La mejor alternativa de gestión para Cuenca**

En la disposición de aceites lubricantes usados, en casi todos los países del mundo existen tendencias muy bien definidas, estas son: **la regeneración o re-refinación** y **la valorización energética**. Siendo estas alternativas complementarias o de última instancia, respectivamente. (Cruz, 2009)

Para la regeneración o re-refinación y la valorización energética es necesario considerar de aquí en adelante al aceite lubricante usado como una sustancia susceptible de ser utilizada como materia prima o como una fuente energética.

La re-utilización destinada para distintos usos, implica un reprocesamiento del aceite lubricante usado, el mismo que puede ser aprovechado en otros procesos como para las alternativas de regeneración o re-refinación y valorización energética; dependiendo del tipo de tecnología que se utilice para la regeneración y a las especificaciones técnicas para ser utilizado como combustible en el caso de la alternativa de valorización energética.

El aceite comercializado en los mercados internacionales como nacionales, es de procedencia de base mineral y semi-sintética. Aunque en países desarrollados, debido a las ventajas que presentan, existe una tendencia en remplazar a los aceites lubricantes de base mineral por los sintéticos lo cual dificulta los procesos de recuperación.



En la ciudad de Cuenca hoy en día se recolecta el 50% de los aceites lubricantes usados, donde se garantiza una gestión, pero no se tiene certeza de lo que se realiza con el restante. Por lo que existen oportunidades para aumentar la recolección de este residuo dándole una adecuada disposición final.

#### **4.3.1 La regeneración como alternativa de uso de los aceites lubricantes usados en el cantón Cuenca**

Una opción que traería consigo un desarrollo industrial a Cuenca, es la regeneración o re-refinación ya que posiblemente otorgaría beneficios económicos por la venta de lubricantes y esencialmente por el costo ambiental real para la economía en un conjunto.

Realmente esta alternativa de gestión para los aceites lubricantes usados, posee un matiz marcado hacia el cuidado del ambiente, que a un aprovechamiento energético en el sentido de que la producción de las bases lubricantes requiere de energía en lugar de aprovechar la proveniente del mismo aceite.

Sin embargo la regeneración de aceites usados, no es ajena a una gestión energética puesto que permite un ahorro de materia prima de petróleo, que puede ser utilizado con otros fines, ya que se sabe que para la producción de 2 litros de aceite virgen se necesitan 100 litros de petróleo, mientras por la re-refinación se necesitan 3 litros de aceite lubricante usado para obtener 2 litros de la base lubricante de similares características al virgen. (Montes, 2009)

Como en el país no hay producción de los aceites vírgenes, sino una importación de los mismos, no existe este ahorro de materia prima (petróleo) y por ende de energía si desarrollara el proceso de refinado normal de crudo para la obtención de los mismos.



Resulta conveniente analizar tres factores que inciden directamente en la elección de saber si es factible la regeneración en el cantón Cuenca y son;

#### **a) Cantidad de materia prima disponible**

Un factor que ha sido analizado de las experiencias en otros países (Argentina, España) es la cantidad de materia prima que se debe tener disponible para un adecuado rendimiento de este proceso, y en promedio se dicen que se necesitan de **153219,8** galones mensuales de aceite lubricante usado para obtener una ganancia del 35% neta, para una planta de procesamiento discontinuo de 6500 galones por día (Gomez, 2008) (Montes, 2009) (Jones, 2007). No existe información detallada de estos costos económicos de este tipo de industria, salvo en el caso de la argentina donde una industria de re-refinamiento debía invertir un total de 2 000.000 Dólares Americanos (Montes, 2009).

Puesto que en Cuenca la estimación de este residuo es de **90752 galones mensuales**, se tendría el primer limitante para la implementación de esta alternativa. Esto obligaría a destinar sitios de recolección y almacenamiento temporal (en otros cantones cercanos a Cuenca) para alcanzar las cantidades necesarias para iniciar con la regeneración de los ALU.

#### **b) Precio del petróleo**

En el Ecuador no se producen aceites lubricantes como para tener un referente económico de la producción de este aceite base, por eso que al aceite lubricante virgen de base mineral que es un producto del proceso de refinación del petróleo, se torna comparativo su precio comercial al igual que el precio de otros derivados fluctúan de acuerdo con las variaciones del precio del petróleo en el mercado internacional.



Debido a la falta de competencia para los aceites base esta alternativa de gestión para Cuenca presenta una buena alternativa de mercado, ya que los productos importados siempre son caros.

### **c) Tipo de tecnología a ser utilizada**

Los procesos de recuperación de aceites usados se dificultan a medida que aumento la complejidad sus formulaciones, esto porque los mismos contienen cada vez más aditivos para mejorar la vida útil y sus características para cada uno de los usos.

Un proyecto como este necesariamente requiere una fuerte inversión económica para la adquisición de tecnología de punta, el grado de incertidumbre de generación de un rédito económico para este tipo de proyectos es incierto sobre todo cuando hoy en día no nos hace falta ese recurso energético del cual se obtienen los aceites lubricantes vírgenes. Una consideración adicional es que para que exista una viabilidad en la implementación de cualquier alternativa para la disposición final de los aceites lubricantes usados se debe contar con un marco legal que respalde las condiciones apropiadas para realizar dicha gestión.

En la ciudad de Cuenca la saturación del parque industrial ha sido notoria desde hace más de 15 años. Hoy en día con el fin de fortalecer la expansión comercial y el crecimiento empresarial, Cuenca contará con el Ecoparque Industrial Chaullayacu ubicado en el sector Tarqui (Diario "El Telégrafo", 2012). Y la implementación de una industria de este tipo en un Ecoparque hará que se demuestre ese crecimiento empresarial alineado con el cuidado del ambiente

Para definir si la alternativa de re-refinamiento de aceites lubricantes usados es conveniente para el cantón Cuenca, se realiza una revisión breve a un panorama



internacional, donde la regeneración o re-refinación de aceite lubricante usado no es nada nueva.

En Europa en los últimos años ha existido una notable disminución de la regeneración de aceites lubricantes usados, en los países que un día fueron precursores como: Francia, Alemania, Italia y otros como el Reino Unido, esto se debe a que hay una incertidumbre en el desarrollo de la regeneración del aceite lubricante usado en un futuro próximo causada por la variación del precio del petróleo entre otros, aunque han surgido algunos nuevos proyectos. La regeneración es subsidiada solo en España y últimamente en Alemania. (Centro de Actividades Regionales para la Producción Mas Limpia, 2001).

Los altos precios al que se comercializa el aceite lubricante usado en Europa hace que la implementación y operación de una planta de regeneración de aceites lubricantes usados no sea económicamente rentable desde el comienzo de sus operaciones, esto no incluyendo los costos de recolección y transporte. Solo después de algunos años de funcionamiento de la planta, el negocio de la regeneración es rentable, también depende mucho del tipo de tecnología que se utilice, la capacidad de la planta y las condiciones del mercado.

En la actualidad en Europa han disminuido los aceites lubricantes automotores debido a un contexto de sobre capital de la producción de lubricantes y el reemplazo de los aceites minerales por los aceites de base sintética que presentan mejores condiciones y más altos rendimientos, haciendo que sea desfavorable un aumento de la regeneración de aceite lubricante usado, bajo las condiciones de un mercado libre. (Díaz, 2010)

En algunos países donde se vende el aceite base regenerado a buen precio y se compra el aceite lubricante usado a bajo precio, se puede obtener buenas ganancias, pero en todas las circunstancias las ganancias de una planta de



regeneración de aceites lubricantes usados estará ligada muy sensiblemente a la fluctuación del precio del petróleo. (Díaz, 2010)

Cuando existe un mercado libre, éste hace que se dificulte la actividad de regeneración de aceites lubricantes usados, debido a que tienen que competir con industrias que no tratan el aceite usado y lo utilizan para un aprovechamiento energético. Una vez más se hace visible que para que esta actividad se desarrolle el gobierno debería establecer una política clara del manejo de aceites lubricantes usados, y mantenerla, dando preferencia a la regeneración de los mismos. Sin una política que favorezca al mercado de regeneración de aceites lubricantes usados, las industrias de regeneración no podrían competir. (Montes, 2009)

Con lo aquí expuesto se puede analizar cuál es la situación en Cuenca para determinar la factibilidad de aplicación del re-refinamiento de los Aceites Lubricantes Usados

- a) En cuanto a la cantidad de materia prima necesaria para obtener un rédito económico de este tipo de industria, existe una limitación muy grande, ya que Cuenca posee aproximadamente el 60 % de lo requerido para su rentabilidad.
- b) Al no tener competencia directa en el país, por la producción de aceites lubricantes re-refinados existe un mercado potencial de consumidores, puesto que el aceite obtenido posee similares características a las del aceite virgen, y con la premisa de que la producción será más económica que la importación de productos, apoyándose en una política que motive la implementación de una industria como esta.
- c) La adquisición de tecnología no podrá ser limitante por el desarrollo científico que trae atrás de ella, pero la inversión es elevada, por lo que para proyectos como esto es necesario que la mayor inversión venga dada por entes gubernamentales, ya que estos proyectos presentan también un



beneficio social.

- d) De las experiencias internacionales revisadas se demuestra que no solo a Cuenca sino al país le falta implementar una política que favorezca a la producción de re-refinamiento de aceites.

Por no disponer de la cantidad necesaria de aceite y la falta de una política en beneficio de para la rentabilidad de esta industria, esto hace el Factor de Riesgo para la inversión económica para este proyecto sería elevado, por lo que no será factible su implementación.

#### **4.3.2 Valoración energética como alternativa de disposición final para el cantón Cuenca**

Otra alternativa a ser considerada, es la de utilizar al aceite lubricante usado como combustible, esto en industrias que cumplan con especificaciones técnicas en sus hornos industriales, calderas e incineradores.

En el país esta práctica que se ha venido desarrollando en distintas industrias donde no ha existido un control riguroso para determinar si se lo realiza de manera adecuada o inadecuada, salvo las realizadas en industrias de cemento que debido a su proceso y a las altas temperaturas, presentan características apropiadas para quemar el aceite lubricante usado sin causar mayores perjuicios al ambiente.

La temperatura a la que es sometido al aceite lubricante usado es un parámetro muy importante, debido a que de ésta depende la efectividad de la combustión y la calidad de las emisiones gaseosas. De ahí la importancia de un pequeño análisis de la temperatura a la que se quema el aceite lubricante usado como combustible puesto que varían de una industria a otra:





- Las empresas que queman el aceite en hornos de alta temperatura para calcinación de la piedra caliza, con temperaturas en el interior de las cámaras del orden de 1000 °C.
- Las empresas de cemento que utiliza hornos clinker, con temperaturas de 2000 °C, para la elaboración de cemento
- Las empresas que utilizan el aceite lubricante usado para combustión en hornos de alta temperatura, para fundición de vidrio para elaboración de envases, con temperaturas del orden de los 1200 °C.

En el caso de la elaboración de cemento, en cuyas instalaciones se posee un horno de clinker con características técnicas especiales hacen de éste un sistema más efectivo y seguro para la incineración de cualquier tipo de residuos peligrosos. De ahí que debido al poder calorífico que posee aceite lubricante usado, puede empleárselo como combustible alternativo en este; y las cenizas de la combustión se incorporan al producto final brindando un beneficio ambiental.

Las principales características que presenta un horno de clinker son las siguientes:

**Altas temperaturas:** en la zona del clinkerización, se alcanzan temperaturas en la llama del quemador de 1800 °C hasta 2000 °C y de 1400 °C hasta 1500 °C en este material se alcanza un estado sólido-líquido (similar a una lava volcánica) al final del horno. (Castillo Neira, 2010)

**Altos tiempos de residencia:** como consecuencia del tamaño del horno que tiene una relación L/D de 21 a 1, con 107 m de Longitud y 5 m de Diámetro; los caudales de aire operados, hacen que los tiempos de residencia de los gases se encuentren en el orden de 4 a 6 segundos en el horno, sin considerar el tiempo de



residencia en los equipos de intercambio térmico. Esto permite que todas las sustancias orgánicas en fase gaseosa se oxiden completamente a  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , incluso los compuestos orgánicos muy estables constituidos por uno o más anillos aromáticos. (Castillo Neira, 2010)

**Íntimo contacto de los gases con la materia prima:** Los gases generados en el horno toman un íntimo contacto con 140 Tn /h de materia prima que presenta un tamaño de partícula de 75  $\mu\text{m}$  y características alcalinas. Esto actúa como un equipo lavador de gases en seco, así los gases ácidos que se pudieran generar durante la combustión se neutralizan con el material alcalino que ingresa al horno. (Castillo Neira, 2010)

Resulta importante destacar que los gases ingresan a esta zona de ciclones a 900 °C y a 340 °C, y los sólidos en contracorriente ingresan a los ciclones a 330 °C y salen a 900 °C, lográndose una retención excelente de los gases. (Castillo Neira, 2010)

**Acondicionamiento de los gases:** que abandonan el sistema de ciclones de intercambio térmico antes de ser descargados a la atmosfera, estos son enfriados desde 340 °C a 150 °C por la inyección de agua a alta presión y posteriormente pasados por un filtro electrostático de elevada eficiencia, ya que se ofrece así una retención superior al 99,9%. (Castillo Neira, 2010)

**Eliminación de elementos trazas:** al introducir los residuos o materiales alternativos al proceso de producción de clinker, estos pueden retenerse en la estructura cristalina de los silico-aluminatos que conforman el producto deseado. (Castillo Neira, 2010)

Esto contrario a lo que ocurre en otros sistemas de incineración, que generan productos secundarios concentrados y a menudo tóxicos, así el horno usado en



esta industria ofrece la posibilidad singular de incorporar elementos traza en forma diluida e inmóvil a las estructuras cristalinas del clinker, donde reemplazan cationes propios del mismo por los metales pesados. Estos elementos traza incorporados a la estructura cristalina del producto obtenido no son extraíbles por lixiviado, siendo una forma muy eficaz de disponer finalmente los contaminantes presentes en los aceites lubricantes usados.

Hay que destacar que la incorporación de ALU al clinker no afecta la calidad del mismo, puesto que son 100% compatibles con su estructura química. Adicionalmente, existe beneficios ambientales, la quema de combustibles convencionales (bunker) comparado con la quema del aceite lubricante usado, generan la misma cantidad de emisiones a más de la conservación del recurso no renovable como son los combustibles fósiles, sin generar cenizas ni subproductos. La tabla N° 12 muestra las ventajas del aceite lubricante usado como combustible alterno.

Tabla N°12  
Combustible Tradicional vs Aceite Lubricante Usado

<b>Combustible</b>	<b>Poder Calorífico Bruto MJ/Kg</b>	<b>Viscosidad CST (centistokes)</b>	<b>Acondicionamiento para Combustible</b>
Bunker	42,3997	443,01	Precalentamiento y mezcla con diesel para ajustar la viscosidad
Aceite usado	44,2921	131,60	Ninguno

Fuente: (Cruz, 2009)  
Elaboración: El Autor

Como se aprecia en la tabla 12 el aceite posee ventajas energéticas como su elevado poder calorífico, y que no necesita un tratamiento de calentamiento para su inyección en el horno, por ende existe un ahorro de energía para esta industria.



El precio al que se comercializa el aceite lubricante usado es dado por el mercado; en el año 2008, el precio de aceite lubricante usado en el país oscilaba entre 0,33 \$/gal y 0,45 \$/gal siendo aún rentable comparado con el precio del bunker e inclusive con el del diesel. (Cruz, 2009)

La tabla N°13 muestra el precio de comercialización del bunker y del diesel en el Ecuador.

**Tabla N° 13**

Costo del Combustible

Combustible	Precio por galón (USD)
Bunker	0,8020
Diesel	1.037

Fuente: Petroecuador  
Elaboración: El Autor

El aceite lubricante usado puede llegar a sustituir en un 70% al combustible convencional, como es el caso de la empresa Alfadomus (Guayaquil) que se dedica a la elaboración de productos de arcilla; el aceite lubricante usado es mezclado con diesel en relación 7/3 respectivamente; no se ha podido incrementar más el porcentaje de aceite lubricante usado debido a requerimientos en los procesos de cocción de arcilla. (Cruz, 2009)

Otro caso es de la empresa de cemento Holcim (Guayaquil) que tiene un consumo de aceite lubricante usado de 98,2 gal/h, esta empresa también realiza una mezcla del aceite lubricante usado con bunker en una relación 7/3, formando un combustible alterno con mejores características que el combustible convencional.

Un caso cercano a la ciudad de Cuenca es el de la compañía de Industrias GUAPAN ubicado en el cantón Azogues Provincia del Cañar (a 37 km de Cuenca), en la cual se ha desarrollado una interesante investigación para encontrar la mezcla optima de aceites residuales y el combustible usado en la compañía esta



investigación partió de la determinación actual de los poderes caloríficos, y la determinación de los demás poderes caloríficos en función de las mezclas óptimas. Según lo determinado en la investigación se presentan los resultados en la tabla N° 14 de la siguiente manera:

**Tabla N° 14**  
**Uso de Aceite en Cementos Guapán**

Combustible Utilizado	Poder Calorífico kcal/kg
Residuo Industrial de Shushufindi	<b>9393</b>
Bunker	<b>9653</b>
Residuo Industrial Shushufindi Aceites usados (70 – 30 %)	<b>9342</b>
Bunker Aceites Usados (70 – 30 %)	<b>9480,5</b>

**Fuente:** (Romero, 2008)

**Elaboración:** El Autor

Aunque los resultados vistos en la tabla anterior muestran un descenso de los poderes caloríficos según los tipos de bunker ofrecidos a la compañía Industrias Guapán el uso de estos combustibles significa a la empresa un ahorro en el gasto de pre tratamiento de combustibles para mezclas más elevadas en contenido de aceites lubricantes usados que incrementaban considerablemente el poder calorífico de las mismas.

El requisito para el uso del aceite lubricante usado como combustible es estar libre de agua y sólidos. Dicho pre-tratamiento no es costoso razón por la cual la opción de aprovechamiento energético es la más viable para la ciudad de Cuenca, adicional a esto es importante señalar algunas propiedades comparativas entre aceite lubricante usado y el bunker, donde se destaca que el aceite tiene:

- menor contenido de asfáltenos
- Menor contenido de azufre
- Mayor densidad API



- Similar poder calórico bruto
- Similar poder calórico neto
- Viscosidad mucho menor que le permite mayor fluidez para el transporte y operación.

El aceite lubricante usado puede ser mezclado con otros combustibles como es el caso del bunker y diesel, para elaborar un combustible alternativo el mismo que puede ser utilizado en equipos térmicos, únicamente como los hornos cementeros, siempre y cuando el aceite lubricante usado cumpla con los niveles permisibles de contaminantes referidas a la legislación internacional definidos por la EPA (Ver tabla 6)

Para una empresa de cemento los costos o egresos provenientes de usar aceite lubricante usado como combustible alternativo, no constituyen ningún incremento adicional, ya que tienen los requerimientos técnicos que son: altas temperaturas, largo tiempo de residencia, atmósfera oxidante, alta inercia térmica, ambiente alcalino y retención de cenizas en el clinker, en sus plantas y por no realizar la recolección del aceite lubricante usado; únicamente realizan la disposición final.

Dado que las cementeras, por un lado han presentado un constante interés en utilizar el aceite lubricante usado como combustible y por otro lado cumplen con los requerimientos técnicos de combustión; para que ésta práctica, que se está desarrollando en el país con mayor auge, se desarrolle con normalidad, resulta necesario la elaboración de políticas prioritarias a nivel de gobierno que favorezca la utilización de aceites lubricantes usados para la valorización energética.

La ciudad de Cuenca cuenta con una empresa del grupo industrial Graitman que se dedica a la fabricación del clinker, y en Azogues (a 37 km) con la compañía de industrias Guapán que produce cemento portland dos grandes fábricas que aún no están calificadas como dispositivos finales de residuos (Secretaría de Ambiente del DMQ, 2011), pero son potenciales consumidores de estos residuos



para su uso como combustible.

Un balance energético de esta alternativa nos mostrará en qué grado se da el aprovechamiento energético de estos residuos en Cuenca mediante los siguientes datos:

Generación mensual de aceites lubricantes usados en Cuenca: **90752 galones/mes**

Densidad del aceite lubricante usado (Romero, 2008): **897.9 kg/m<sup>3</sup>**

Poder calorífico del aceite (Romero, 2008): **19331 Btu/lb**

Cantidad aproximada de recolección: **49.51%**

**Calculo de la Cantidad de Calor Aprovechada hoy en día en la ciudad de Cuenca:**

$$\varphi = m P_c \quad \text{Ecuación (5)}$$

$\varphi$ : Cantidad de calor

m: Masa del aceite recolectado de cuenca

P<sub>c</sub>: Poder calorífico del Aceite

Aplicando la Formula no se dispone de información de la masa del aceite recolectado pero existe el volumen de generación de los mismos y como tengo su densidad calculo la masa:

$$m = \varrho \times V \quad \text{Ecuación (6)}$$

m: masa del aceite recolectado (kg)

V: Volumen del aceite generado m<sup>3</sup>

$\varrho$ : densidad del aceite (kg/m<sup>3</sup>)

**V= 90752galn**



$$V = 90752 \text{ gln} \times 0.003875 \frac{\text{m}^3}{\text{gln}}$$

$$V = 351,66 \text{ m}^3$$

$$m = 315759,11 \text{ kg}$$

**Masa recolectada**

$$m = 315759,11 \text{ kg} \times 0,4951$$

$$m = 156332,33 \text{ kg}$$

**Masa no aprovechada**

$$m = 315759,11 \text{ kg} - 156332,33 \text{ kg}$$

$$m = 159426.78 \text{ kg}$$

**Masa generada**

$$m = 897,9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 351,66 \text{ m}^3$$

El Poder calorífico del aceite es de 19331 Btu/lb y se debe transformar a kcal/kg

$$19331 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \times \frac{0,252 \text{ kcal}}{1 \text{ Btu}} \times \frac{2,2 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} = 10717,11 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

Al aplicar la ecuación (4) con la masa recolectada se obtendrá la cantidad de calor que se aprovecha en la Ciudad de Cuenca de la siguiente forma:

$$\varphi = 156332,33 \text{ kg} \times 10717,11 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

$$\varphi = 1675430777,17 \text{ kcal}$$

Con la misma consideración se calcula el calor total que se está desaprovechando en la ciudad.

$$\varphi = 159426.78 \text{ kg} \times 10717,11 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

$$\varphi = 1708594338,21 \text{ kcal}$$

Este calor desperdiciado corresponde a 45820,68 galones que no están siendo recolectados hoy en día y de acuerdo al costo por galón que es de 0,6849 USD (Romero, 2008)





$$\text{Costo de desperdicio de Energía} = 45820,68 \text{ gln} \times 0,6849 \frac{\text{USD}}{\text{gln}}$$

$$\text{Costo de desperdicio de Energía} = 31382,59 \text{ USD}$$

Tanto la cantidad de calor que no se está aprovechando, como el costo de desaprovechamiento de esta energía es elevada, se considera muy pertinente aplicar esta alternativa de gestión en Cuenca.

#### 4.4 Discusión de los análisis de las alternativas de Gestión para Cuenca

Sin lugar a dudas las alternativas que se plantean como la mejor para Cuenca no deben dejar de lado el componente de investigación y desarrollo tecnológico, que permitan el aprovechamiento energético de estos recursos. Para definir la mejor alternativa que se adapte a la realidad de Cuenca se analiza los factores claves que permitirán definir el proceso que más se adapte a la realidad de la ciudad y permita realizar una Gestión Integral del aceite lubricantes. A estos factores se los expone en la tabla N°15.

**Tabla N° 15**  
**Análisis de las Alternativas de Gestión**  
**Alternativas para la Gestión de Aceites**  
**Lubricantes Usados**

Factores Clave para la implementación	Alternativas para la Gestión de Aceites Lubricantes Usados		Observaciones
	Quema en hornos cementeros	Procesos de re- refinación	
Cantidad de Aceites	Adecuada	Inadecuada	Existe la suficiente cantidad de Aceites para tratarlos y procesarlos como combustibles



Competibilidad en el mercado	Adecuada	Riesgosa	No existe un mercado de aceites regenerados en el país y como hay una gran variedad de Aceites Vírgenes son preferidos
Aprovechamiento Energético	Elevado	No existe	Producir Aceites re-refinados causa un gasto de energía
Reutilización de la Materia Prima	Imposible	Posible	El rendimiento de producción de aceites re-refinados para su reutilización es 66,67%, mientras que si se quema el aceite no se puede reutilizar
Vialidad Ambiental	Positiva*	En discusión **	*Existe una viabilidad ambiental para la quema de aceites lubricantes usados en hornos cementeros **Re-refinar aceites da lugar a la formación de subproductos que causan impacto ambiental pero manejándoles con



			equipos de elevada tecnología se mitigan los mismos
Nivel tecnológico	Nivel Medio	Nivel Alto	Las empresas
Inversión Económica	Casi Nula	Elevada	cementeras no necesitan de un sofisticado equipo para incinerar estos residuos, en cambio para re-refinación se requiere alta tecnología para mitigar los impactos ambientales propios del proceso
Políticas que regulen la aplicación de la gestión propuesta	Inexistente	Inexistente	La inexistencia de normas pone en riesgo la implementación de ambas alternativas de gestión
Factor de Riesgo Económico	Bajo	Alto	El riesgo económico hace referencia a la incertidumbre producida en el rendimiento de la inversión

Fuente: Elaboración Propia



Como se puede apreciar en la tabla N°15, la mejor alternativa para la disposición final de los aceites lubricantes usados para el cantón Cuenca, es aprovechar la infraestructura ya existente en las industrias de cemento en el país y su necesidad continua de combustible, considerando una adecuación previa de los aceites lubricantes usados en mezcla con otros combustibles para el consumo industrial.

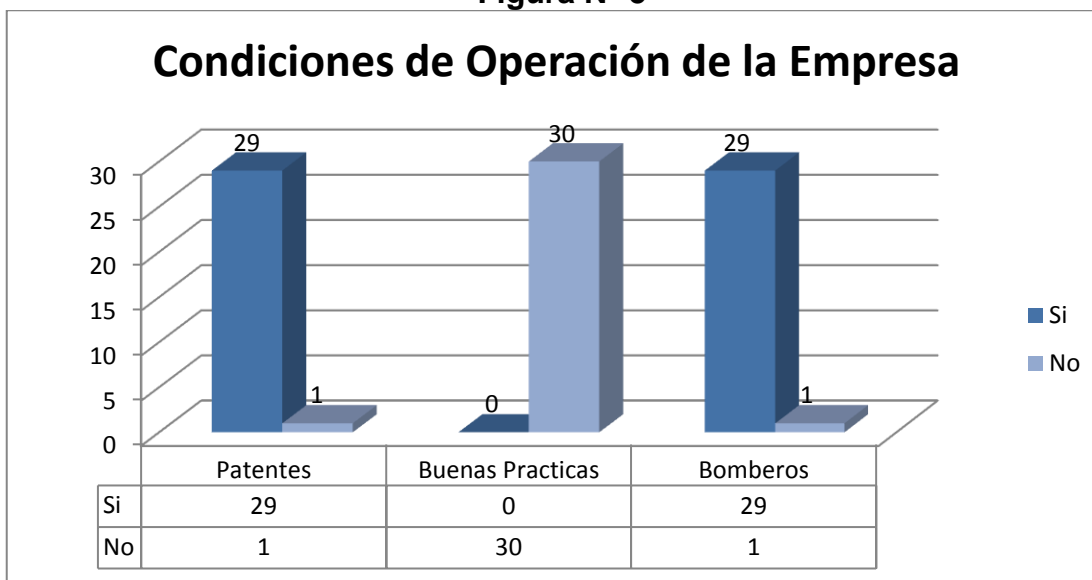
#### **4.5 Necesidad de un sistema de gestión integral de aceites lubricantes usados procedentes de fuentes automotrices.**

En Cuenca la empresa municipal ETAPA EP encargada del programa de recolección de aceites usados de las mecánicas, lubricadoras de la ciudad. Demuestra que existe un camino para la gestión que necesita ser fortalecido en las distintas etapas o actores del sistema de gestión propuesto en la presente investigación.

Cuenca hoy en día no tiene completamente definido un Sistema de Gestión Integral del aceite lubricante usado, aunque haya un programa de recolección de estos residuos, y existan guías de buenas prácticas ambientales en las instalaciones de las mecánicas.

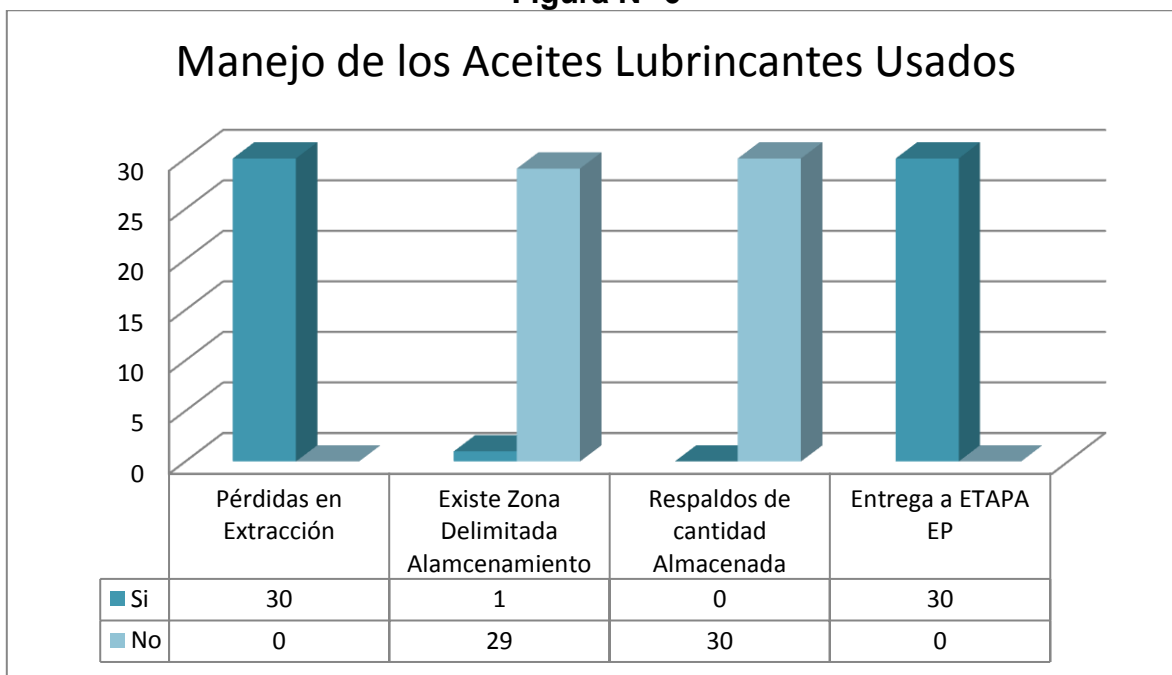
Para confirmar esta realidad, se realizaron encuestas cuyo formato está detallado en el Anexo 4. Las mismas se realizaron a 30 empresas que prestan distintos servicios automotrices en los cuales se da la generación de los aceites lubricantes usados, dichas empresas fueron 19 mecánicas, 9 Lavadoras y Lubricadoras, 1 Tecnico y 1 Estación de Servicio, donde se obtuvieron los siguientes resultados que se resumen a continuación por medio de las siguientes figuras:

Figura N° 5



De la figura 5 se determinó que el 96.67% de estas 30 empresas cumplen con los requisitos legales de funcionamiento tales como la patente municipal y permiso de bomberos, sin embargo en la implementación de la guía de buenas prácticas ambientales para mecánicas y talleres donde se dan pautas para el manejo de los aceites el 100% no disponen de evidencias físicas del buen manejo apropiado de estos residuos.

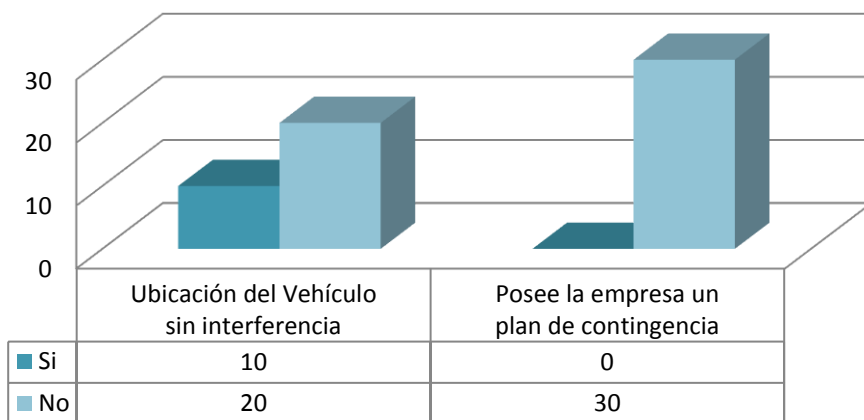
Figura N° 6



En cuanto al manejo de los aceites usados por parte de las 30 empresas, la figura 6 muestra que el 100% de los encuestados admitió tener pérdidas en la extracción de los mismos, así también el 100 % declaró que entregan éstos a la empresa ETAPA EP, pero no cuentan con respaldos físicos que validen la cantidad exacta del volumen que se maneja dichas instalaciones. Además se evidenció además que el 96,67% no posee una zona delimitada para el almacenamiento seguro de los aceites extraídos de los vehículos.

Figura N° 7

### Condiciones de Entrega de los Aceites usados



En cuanto a la entrega de aceites por parte de estas 30 empresas la figura 7 demuestra que el 33.33 % dispone de un espacio seguro donde pueden realizar el procedimiento de carga de los residuos acumulados en las instalaciones, y el 100% no cuenta con un plan de contingencias ante cualquier eventualidad de goteo, fuga o derrame.

Los resultados antes expuestos muestran que existen falencias en el manejo de estos desperdicios que tienen un gran valor energético, por lo que existe la necesidad de definir un sistema de gestión para Cuenca y esto se lo pretende hacer elaborando un manual de procedimientos.



#### **4.6 Socialización de una cultura de gestión integral de los aceites lubricantes usados y concientización ambiental**

En Cuenca, y en el país no existen leyes que regulen la gestión integral de los aceites, aunque acuerdos como el N° 026 que da pautas para la gestión de residuos peligrosos, pero al no ser específicos para el aceite, pueden ocasionar problemas en la gestión de los mismos. De ahí la importancia de una adecuada socialización, que en primera instancia se pretenderá informar a nuestras autoridades de la realidad en la que vivimos y la importancia de la implementación de un sistema de Gestión Integral de los Aceites Lubricantes Usados del Parque automotor de la ciudad de Cuenca, de ahí empezar a educar a actores primarios y secundarios de la importancia de esta gestión.

La Socialización tiene el objetivo principal de afianzar la cultura de gestión integral del aceite lubricante usado y así contribuir a la preservación del Ambiente, el cuidado de las cuencas hidrográficas y el aprovechamiento de los recursos naturales.

La gestión integral de los aceites lubricantes usados llevaría a cabo con buena eficiencia, estableciendo un manual de procedimientos que defina los lineamientos generales para el funcionamiento del mismo.





## **5. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DEL ACEITE LUBRICANTE USADO DEL PARQUE AUTOMOTOR DE CUENCA**

El sistema de Gestión integral incluye el manejo del aceite usados desde la generación hasta su procesamiento y/o disposición final, cumpliendo criterios que se armonicen con legislación, las buenas prácticas ambientales y al aprovechamiento energético de los residuos como estos.

El manual de procedimientos es un documento, que se utiliza como una herramienta valiosa de comunicación, donde se encuentra en forma ordenada la información y/o instrucciones necesarias para una efectiva realización del trabajo.

Este manual busca responder a los interrogantes tales: ¿QUÉ?, ¿CÓMO?, ¿CUÁNDO?, ¿DÓNDE?, y ¿QUIÉN? Con la finalidad de:

- Identificar, mantener y disponer la documentación y los registros del manejo integral de los aceites lubricantes producidos por el parque automotor de la ciudad de Cuenca.
- Identificar y Tener Acceso a los requisitos legales, ambientales y otros relacionados con el manejo de los aceites lubricantes usados.
- Definir metodologías de comunicación entre los distintos participantes del sistema de gestión, en los aspectos referidos a las actividades de almacenamiento, recolección, movilización y disposición final de los aceites lubricantes usados



### **5.1 Política.**

El sistema de gestión definirá una política de modo que fije el marco de referencia para establecer claramente sus objetivos de calidad, ambientales, de salud y seguridad y del aprovechamiento energético óptimo de este tipo de residuos, a través de los siguientes compromisos:

- Proveer de manera oportuna soluciones tecnológicas adecuadas para una eficiente gestión de los aceites lubricantes usados, y sus residuos.
- Utilizar eficientemente los aceites lubricantes usados , prevenir la contaminación, asegurar el control y reducción de impactos ambientales significativos.
- Eliminar o minimizar los riesgos, para preservar la integridad física, la salud c/u de los actores del sistema de gestión integral.
- Proporcionar a los actores del sistema, el entrenamiento y las herramientas necesarias, para la ejecución de actividades contribuyendo al esfuerzo de desarrollar una organización eficiente que asegure, el aprovechamiento integral de este residuo energético, la protección al medioambiente, salud y seguridad; garantizando el cumplimiento de la legislación vigente y todos los requisitos aplicables.

### **5.2 Objetivo del manual**

El objetivo del manual, es dar las pautas necesarias para lograr una gestión integral en el manejo de los aceites lubricantes usados de fuentes automotrices, disponiéndolos en forma definitiva de tal forma que se aproveche su contenido energético y que ambientalmente sea seguro cumpliendo así con leyes, acuerdos y reglamentos que rigen actividades de gestión de residuos de este tipo, en el país.



Para cumplir con este objetivo, el manejo integral de los aceites lubricantes usados del parque automotor, debe seguir una secuencia lógica, que involucre a cada uno de los actores del sistema, a través de:

- **Planificación:** en esta etapa se abarca todas las actividades de diseño, tales como las de medidas correctivas, definición de responsabilidades, la preparación de todos los procedimientos del sistema de gestión para cada uno de los actores del mismo.
- **Implementación:** se refiere a la ejecución práctica del sistema y cada uno de sus actores, incluyendo la supervisión, documentación de cambios en el diseño, y capacitación al personal.
- **Verificación y acciones correctivas:** estableciendo auditorías regulares, monitoreo de rendimiento y otras actividades que se necesitan para establecer la conformidad con los requisitos legales.
- **Revisión e Interpretación:** se realiza un análisis del avance y los resultados que se obtienen en la totalidad del sistema.

### **5.3 Alcance y Aplicaciones**

El presente manual de procedimientos del sistema de gestión integral de los aceites lubricantes usados del parque automotor de Cuenca, será una herramienta que permitirá a la ciudad y a otras ciudades donde no se realice una gestión de estos residuos, un manejo adecuado de los mismos, aprovechando su contenido energético y disponiéndoles de una forma responsable en términos ambientales.

Este manual estará sujeto a modificaciones de los procedimientos, previa revisión e investigaciones que permitan su actualización. Las modificaciones al documento deben ser registradas de acuerdo al procedimiento de control de documentos.



Estas modificaciones deberán ser aprobadas por un ente que dirija el sistema integral de gestión, y este puede ser una institución pública o privada, siendo común para los proyectos de esta magnitud en donde se persiguen beneficios en favor de la sociedad y no fines económicos que el sector público se hiciera cargo de este ente de gestión.

#### 5.4 Marco Jurídico

Cualquiera sea el ente que se encargue de la gestión del sistema integral de los aceites usados del parque automotor de Cuenca, deberá contar con la debida autorización otorgada por el Ministerio del Ambiente (MAE) para su funcionamiento y operaciones normales en cada actor definido en el presente sistema en función al acuerdo N°026, y demás normas o políticas que se resumen a continuación:

- Constitución Política de la República del Ecuador.
- Ley de Gestión Ambiental
- Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULAS.
- Sistema Único de Manejo Ambiental
- Guía de Buenas Prácticas Ambientales para el funcionamiento de las mecánicas Automotrices.

#### 5.5 Términos y Definiciones

**Abolladura:** Formar con un golpe una cavidad en una pieza metálica.

**Accidente:** Evento (suceso o cadena de sucesos) no planteado, que ocasiona lesión, enfermedad, muerte daño u otras pérdidas.

**Acción Correctiva:** Tarea específica, que permita mejorar una operación



**Aceite Lubricante Usado:** (ALU) Todo aceite lubricante, de fuentes automotrices, con base mineral o sintética de desecho, que por efectos de su utilización, se haya vuelto inadecuado para el uso asignado originalmente.

**Aceite Lubricante Usado Tratado:** Todo aceite lubricante usado, al cual se le han removido los componentes contaminantes de carácter físico y/o químico hasta niveles aceptables para su disposición técnica adecuada y el uso energético y ambientalmente razonable.

**Acopiador Primario:** Persona Natural o Jurídica que cuenta con los permisos requeridos por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) , y que en el desarrollo de su actividad acopia y almacena temporalmente los aceites lubricantes usados, provenientes de los distintos generadores.

**Acopiador Secundario:** Persona Natural o Jurídica que cuenta con los permisos requeridos por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) , que acopia y almacena temporalmente a los aceites lubricantes usados provenientes de dos o más acopiadores primarios, para su redistribución posterior.

**Auditoría:** Examen sistemático, con el fin de determinar si las actividades y los resultados relacionados satisfacen las disposiciones preestablecidas, y si estas disposiciones son implementadas en forma efectiva y son apropiadas para la instrumentación de la política.

**Combustión:** Combinación de un cuerpo combustible con otro comburente. Fenómeno químico que resulta de una oxidación rápida y que está acompañada por una emisión de calor y de luz.

**Dermatitis:** Inflamación de la Piel.



**Derrame:** Escape o Vertimiento superficial involuntario y momentáneo de combustible o líquido que puede ser rápidamente detectado.

**Desecho Peligroso:** Todo aquel desecho sólido, líquido o gaseoso resultante de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, que contenga algún compuesto con características reactivas, inflamables, corrosivas, infecciosas o tóxicas, que represente un riesgo para la salud humana, los recursos humanos, naturales y del ambiente.

**Desempeño:** Resultado medible, relacionado con el control de la organización sobre su quehacer integral, basados en sus objetivos y política.

**Destilación:** Proceso de separación, para retirar de un material agua u otros fluidos, mediante la vaporización, remoción del fluido y posterior condensación.

**Disposición Final:** Eliminación de los Aceites usados mediante procesos de combustión, incineración, bio-remediación y/o encapsulamiento, que cumplan con las normativas y especificaciones ambientales existentes o se las imponga.

**Dispositor Final:** Persona Natural o Jurídica que cuenta con los permisos requeridos por el Ministerio del Medio Ambiente del Ecuador (MAE) y que recibe los aceites lubricantes usados de un movilizador calificado, para su disposición final, de acuerdo a las normas establecidas en el presente Manual de Procedimientos para la gestión integral de los aceites lubricantes usados.

**Documentos externos:** Documentos elaborados por organismos ajenos a una organización.

**Evaluación de Riesgo:** Proceso global de estimación de la magnitud del riesgo y decidir si este es significativo o no.



**Fugas:** Pérdidas de combustible o líquido, no atribuible a procesos fisicoquímicos u operativos normales, de difícil detección y que ocurren en períodos de tiempo.

**Generador:** Persona natural o jurídica responsable de los vehículos de los que se remueven los aceites usados.

**Gotear:** Dejar caer gota a gota un líquido.

**Identificación del peligro:** Proceso para el reconocimiento de la presencia de situaciones que generan peligro, y la definición de sus características.

**Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los Aceites Lubricantes Usados:** Documento que define los procedimientos de obligatorio cumplimiento para el manejo integral de los aceites lubricantes usados por partes de personas naturales y/o jurídicas que generen, acopien, movilicen, procesen o dispongan finalmente aceites lubricantes usados, de tal manera que sirva para la unificación de criterios de evaluación y seguimiento integral, reducir los riesgos al medio ambiente y a la salud humana.

**Medición, Análisis y Mejora:** Resultados obtenidos en base a la auditorías y otros mecanismos de control y monitoreo.

**Mejoramiento continuo:** Proceso de reforzamiento para alcanzar en el desempeño global del manejo integral de los aceites lubricantes usados, que estará en línea con la política del sistema.

**Movilizador de aceites usados:** Persona natural o jurídica que debidamente registrado ante el ministerio del ambiente del Ecuador (MAE), es titular de la actividad de recibir, movilizar y entregar cualquier cantidad de aceites lubricantes usados



**No conformidades:** Cualquier desviación de las normas de trabajo, prácticas procedimientos, regulaciones que pueda llevar, directa o indirectamente a una lesión, un daño a determinada infra estructura, al medioambiente.

**Objetivos:** Metas en términos de desempeño, que establece la Empresa por sí misma para alcanzarlos.

**Oleofílico:** Característica que poseen algunos materiales para retener un aceite, generalmente son utilizadas para la limpieza de superficies manchadas con aceites en general.

**Plan de Manejo Ambiental:** Documento que producto de una evaluación ambiental establece, de manera detallada, las acciones que se implementarán para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales negativos que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia y abandono según sea la naturaleza del proyecto, obra o actividad.

**Procesador:** Persona natural o jurídica que debidamente autorizada por el ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). Recibe y trata los aceites lubricantes usados para transformarlos de residuos a productos para su adecuado aprovechamiento mediante procesos de combustión, re-refinación, producción de bases plastificantes o cualquier proceso aprobado mediante licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente.

**Productor de Aceites Nuevos:** Persona natural o jurídica que debidamente autorizada por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) produce y/o importa con fines comerciales bases de aceites y/o aceites nuevos lubricantes de motor.

**Registro Ambiental para la movilización de Aceites Lubricantes Usados:** Herramienta que permite el control, mediante el cual el ministerio del Ambiente del





Ecuador MAE recibe del movilizador de aceites usados la información relacionada con el adecuado manejo del aceite lubricante usado, con el fin de asignarle un código que lo identifica

**Reporte de Movilización de los Aceites Lubricantes Usados:** Documento único diseñado y adaptado por el Ministerio del Medio Ambiente con el fin de registrar y controlar la información concerniente al movimiento de los aceites lubricantes usados, en relación con la recolección en las instalaciones de acopiador primario y secundario el tipo de transporte utilizado y la entrega en las instalaciones de un acopiador secundario, un procesador o un Dispositor Final.

**Residuo:** Se entiende por residuo, cualquier sustancia o elemento en forma sólida, semisólida, líquida o gaseosa que no tiene valor de uso directo y que es descartado por quien lo genera. Siendo un desecho cualquier residuo que tiene un valor por su uso potencial de reutilización y basura aquel que no lo tiene.

**Residuo Aceitoso:** Cualquier residuo sólido, semisólido o líquido contaminado con aceite que por sus características físicas y/o químicas es inapropiado para su uso posterior.

**Sistema de Gestión:** Conjunto de cualquier nivel de complejidad integrado por personas, recursos, políticas y procedimientos, cuyos componentes interactúan en forma organizada para lograr o mantener un resultado especificado.

**Términos de Referencia:** Es el documento que contiene los lineamientos generales que el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), establece para la elaboración y ejecución de los estudios ambientales.

**Tratamiento:** Es el conjunto de operaciones o procesos mediante los cuales se modifican las características de los residuos o desechos peligrosos,



incrementando sus posibilidades de reutilización integral, para minimizar los impactos ambientales y los riesgos de para la salud humana.

### **5.6 Responsabilidad, Autoridad, Comunicación**

Cualquier persona natural o jurídica que decida estar al frente del sistema de gestión integral de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca para llevar a cabo sus operaciones de una manera segura y responsable con el medio ambiente, la salud y seguridad de los trabajadores y administrando bien un importante recurso energético en beneficio de la sociedad, cumpliendo con todos los requisitos legales exigidos por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

Esta entidad deberá establecer un estatuto para una mejor organización, considerando todos los actores del sistema de gestión, y se propone que sea de la siguiente manera:

#### **i. Nivel Directivo y Ejecutivo:**

El sistema de gestión de los aceites lubricantes usados del parque automotor de Cuenca Deberá poseer el siguiente directorio:

- Gerente
- Tesorero
- Secretario
- Vocales principales y suplentes

**El Gerente General del Sistema de Gestión Integral**, es quien define, las Políticas de Calidad, Medio Ambiente, Salud y Seguridad y Energética, metas e indicadores de desempeño del Sistema y es el responsable en última instancia por el mejoramiento continuo y la disposición de los aceites lubricantes usados, además deberá proveer:



- Los recursos necesarios para la implementación del Sistema de Gestión Integral de los Aceites residuales, auditorías de cumplimiento requeridas por el Ministerio del Ambiente del Ecuador, control y monitoreo.
- Determinar y asignar personal en la línea de acción principal del sistema y establecer programas de capacitación.
- Aprobar los planes y programas ambientales, así como los de control y riesgos, aprovechamiento energético, asegurar la difusión de los mismos.

ii. **El comité del Sistema Integral de Gestión**, que se conformará por los representantes de cada uno de los integrantes del sistema de gestión (generadores primarios, secundarios y dispositivos finales) que participarán en la revisión, mantención y mejoramiento del sistema de gestión además de:

- Establecer medidas correctoras por las no conformidades encontradas, y efectuar un seguimiento de las mismas.
- Establecer mecanismos de comunicación entre todos los actores del sistema de gestión, con la finalidad de que se cumplan con los procedimientos en calidad medio ambiente salud y seguridad y aprovechamiento energético.
- Realizar charlas de capacitación que mejoren el sistema de gestión integral de los aceites lubricantes usados, en áreas técnica ambiental y de seguridad.

iii. **Nivel Asesor:**

La creación de un ente que regule el sistema de gestión deberá contar con asesores a nivel Jurídico y Financiero, a los que les corresponder, asesorar a los niveles directivo y operativo de éste sistema.

iv. **Nivel Operativo:**

Constituido por los departamentos Administrativo-Financiero y Técnico del sistema.

En la figura 9 se muestra el organigrama jerárquico y funcional del sistema de gestión

**Figura N° 8**

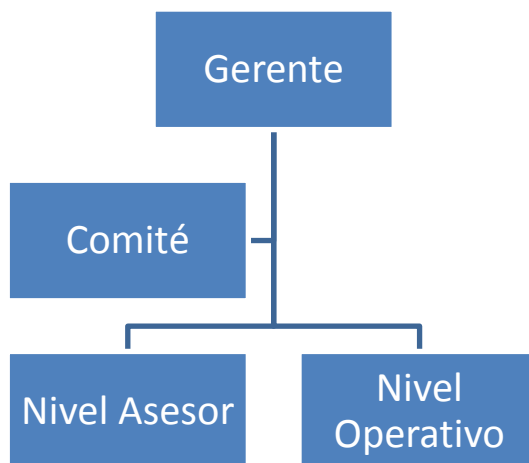


Figura 8 Organigrama Jerárquico básico del Sistema de Gestión Integral de los Aceites Lubricantes Usados del Parque Automotor de Cuenca

### **Comunicación Interna y Externa**

La Gerencia y el Comité establecerán canales apropiados de comunicación tanto interna como externa, a través de comunicaciones, autoridades locales y nacionales, a los principales actores del sistema de gestión, difusión pública del Plan de Manejo Ambiental y Auditorías Ambientales. En reuniones conjuntas en periodos mensuales.

### **5.7 Medición Análisis y Mejora**

Los procesos de verificación, medición, análisis y mejora, para el normal desarrollo del sistema de gestión integral de los aceites lubricantes usados, están dirigidos a:

- Demostrar conformidad de los procesos de operación para cada uno de los actores del sistema de gestión.
- Asegurar la conformidad y mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión integral de los aceites lubricantes usados, a través de sistemas



de las Auditorías de Cumplimiento, con las cuales se analizan los Calidad, Medio Ambiente Seguridad y Energético.

## 5.8 Procedimientos

De acuerdo al Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria Título V, 2003), se define como: *desecho peligroso, todo aquel desecho sólido, pastoso o líquido o gaseoso, resultante de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, y que contenga algún compuesto que tenga características reactivas, inflamables, corrosivas, infecciosas o tóxicas, que represente un riesgo para la salud humana, los recursos humanos, recursos naturales y el ambiente.*

Por lo tanto para una gestión integral de los aceites lubricantes usados del parque automotor de Cuenca, es necesario implementar procedimientos específicos, que involucren a cada uno de los actores de este sistema, con el fin de garantizar el manejo adecuado de los aceites lubricantes usados, y no desperdiciarlos por su riqueza energética.

El manual de procedimientos se elaboró tomando en cuenta los siguientes contenidos para el manejo de los aceites lubricantes usados las siguientes instancias:

- 1 En las instalaciones de acopiadores primarios
- 2 Movilización de los aceites
- 3 En las instalaciones de acopiadores secundarios
- 4 En las Instalaciones de los dispositivos finales
- 5 Comunicación interna y externa
- 6 Capacitación
- 7 Auditorías



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las Instalaciones de Acopiadores Primarios</b>		
Código: PR-SIMALU-001	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 1 de 9
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

## 1 Objetivo

Establecer minuciosamente los procedimientos que deberá implementar cualquier persona natural o jurídica que realice actividades como Acopiador Primario de Aceites Lubricantes Usados, cumpliendo con las disposiciones ambientales de gestión de residuos peligrosos vigentes.

## 2 Alcance

La definición de los procedimientos, que deberán implementar los acopiadores primarios, con el fin de minimizar perdidas de este residuo valioso energéticamente adicionalmente del cuidado de la salud humana de los trabajadores y el cuidado del medio ambiente.

## 3 Responsable

La gerencia del Sistema de Gestión y el comité de trabajo, a través de todos los instaladores primarios del cantón Cuenca.

## 4 Elementos y Condiciones generales para la recolección de aceites lubricantes usados por los acopiadores Primarios

Tanto los elementos y las condiciones de las instalaciones de los acopiadores primarios deben garantizar que la recepción, almacenamiento y entrega de los aceites se realice de manera exitosa sin poner en riesgo a la salud de los trabajadores ni desperdiciando este residuo aprovechable energéticamente.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las Instalaciones de Acopiadores Primarios</b>		
Código: PR-SIMALU-001	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: <b>2de 9</b>
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

Las instalaciones de los acopiadores primarios para un normal y adecuado proceso de recolección y almacenamiento temporal del aceite de aceites lubricantes usados deben cumplir condiciones definidas de la siguiente forma:

#### 4.1 Área de Lubricación

- a) Deben poseer zonas perfectamente identificadas para la recolección, y el almacenamiento, según el origen del aceite lubricante usado, sean de fuentes automotrices con motores a gasolina o diesel y en función de la viscosidad.
- b) Los pisos de esta zona deben estar contruidos con material sólido, impermeable y no deben presentar grietas u otros defectos que impidan la fácil limpieza de grasas, aceites o cualquier sustancia deslizante. Con la finalidad de que evite las pérdidas de aceite por su contenido energético a más de evitar la contaminación del suelo y de las fuentes de agua subterránea.
- c) No debe poseer conexión alguna al alcantarillado, ni cualquier cuerpo de agua.
- d) Debe poseer una excelente ventilación, ya sea natural o forzada.
- e) Estar libre de materiales, canecas, cajas y cualquier otro tipo de objetos que impidan el libre desplazamiento de equipos y personas.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las Instalaciones de Acopiadores Primarios</b>		
Código: PR-SIMALU-001	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: <b>3</b> de 9
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

#### 4.2 Sistema de Drenaje

Este sistema obedece a la recolección primaria del aceite lubricante usado de la fuente automotriz y su drenaje al tanque de almacenamiento, por lo tanto deberá cumplir con lo siguiente:

- Deberá garantizar un seguro traslado del aceite lubricante usado desde el motor al recipiente de recolección temporal, por medio de evitándose al máximo pérdidas energéticas debido a posibles fugas, derrames en la zona de trabajo.
- Estará diseñado de tal forma que evite derrames, goteos o fugas.

#### 4.3 Recipiente de recolección temporal

- Los recipientes deben estar elaborados con materiales resistentes a la acción de los hidrocarburos, además que cuenten con agarraderas que garanticen la manipulación segura del mismo.
- Deben poseer un mecanismo que asegure la operación de trasvasado de los aceites lubricantes usados, del recipiente de recolección temporal hacia el tanque de almacenamiento, de manera que ésta se realice sin pérdidas del aceite por derrame, goteos o fugas.





<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las Instalaciones de Acopiadores Primarios</b>		
Código: PR-SIMALU-001	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: <b>4</b> de 9
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

#### **4.4 Recipiente para el drenaje de filtros y otros elementos impregnados con el aceite lubricante usado**

- a) Disposición de recipientes adecuados para el drenaje de aceite usado en los distintos elementos del auto, éstos deben ser apropiados para un traslado y envase en los sistemas de almacenamiento adecuados.

#### **4.5 Elementos de Protección Personal**

El personal que manipule los aceites para su recolección deberá usar lo siguiente:

- b) Ropa de trabajo
- c) Botas antideslizantes
- d) Guantes resistentes a la acción de los hidrocarburos
- e) Gafas de seguridad

#### **4.6 Tanques de almacenamiento temporal**

- a) Deben garantizar en todo momento la confinación total del aceite lubricante usado almacenado.
- b) Estarán diseñados de materiales resistentes a la acción de los hidrocarburos
- c) Su diseño permitirá el traslado del aceite lubricante usado desde el recipiente de recolección temporal, hasta su movilización, y se garantizará que no se presenten derrames, goteos o fugas del aceite lubricante usado.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las Instalaciones de Acopiadores Primarios</b>		
Código: PR-SIMALU-001	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: <b>5 de 9</b>
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

- d) Contará con un sistema de tamización de manera que el aceite lubricante usado ingrese al tanque libre de partículas sólidas con dimensiones superiores a cinco (5) milímetros.
- e) Estarán rotulados con las palabras ACEITE USADO en tamaño legible, y este siempre estará a la vista de todos.
- f) En donde se encuentren estos tanques deberán estar señales perfectamente identificables de **Prohibido Fumar y Área de almacenamiento.**

#### **4.7 Área de Almacenamiento temporal**

- a) Tendrá un dique de contención, que confine posibles derrames, goteos o fugas producidas al recibir o entregar los aceites lubricantes usados, en incidentes ocasionales
- b) El piso y las paredes deberán ser contruidos en material impermeable
- c) No existirá conexión alguna al sistema de alcantarillado.
- d) Contará con una cubierta que evite el ingreso del agua de lluvia al tanque de almacenamiento además que esta no debe interrumpir las operaciones de carga o llenado de aceites al tanque, ni la recolección de los mismos por parte del movilizador.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las Instalaciones de Acopiadores Primarios</b>		
Código: PR-SIMALU-001	Fecha: 2013-01-20	Página: 6 de 9
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

**4.8 Áreas de acceso a la zona para almacenamiento temporal de aceites lubricantes usados que permita la operación de los vehículos autorizados para la recolección y movilización.**

- a) Debe estar libre de cualquier obstáculo y ser de fácil acceso, además debe permitir que el vehículo esté estacionado de forma en la que pueda salir fácilmente ante una eventualidad.
- b) En las cercanías de la zona material oleofílico deberá estar a la mano ante una eventualidad.
- c) Los extintores deben estar localizados a una distancia no mayor a diez (10) metros, estos deberán ser de una capacidad mínima de 20 libras de polvo químico, para la zonas de almacenamiento que estén ubicadas en zonas abiertas, o un extintor multipropósito de 20 libras para zonas con poca ventilación. Estos extintores deben ser recargados mínimo una vez al año.

**5. Procedimientos**

**5.1 Procedimientos para la recolección de aceites usados en instalaciones de acopiadores primarios**

- a) Antes de realizar el cambio de los aceites lubricantes usados se debe verificar que se cuenta con los elementos necesarios para efectuar el cambio, como son el embudo o sistema de drenaje, recipiente de recolección temporal, recipiente para



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las Instalaciones de Acopiadores Primarios</b>		
Código: PR-SIMALU-001	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: <b>7 de 9</b>
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

el drenaje de filtros y otros elementos, material para control de goteos, fugas o derrames.

- b) La extracción de los aceites lubricantes usados, se realiza mediante el uso de un embudo u otro sistema de drenaje, de ahí, trasladado a un recipiente de recepción primaria evitando su derrame, goteo o fuga.
- c) Posteriormente deberán ser trasladados en forma manual o mecánica, a la zona de almacenamiento temporal evitando su derrame, goteo o fuga.
- d) Los aceites usados deben ser almacenados en tanques superficiales o tambores debidamente rotulados y localizados en una zona dotada de un dique o muro de contención secundaria y una cubierta que evite el ingreso de agua lluvia al sistema de almacenamiento.

## **5.2 Procedimiento para la realización de la entrega de los Aceites Lubricantes Usados almacenados en las instalaciones de acopiadores primarios**

La definición de este procedimiento, no es sencilla puesto que en esta instancia, intervienen dos actores del sistema de gestión tal como el Acopiador Primario y la Movilización de Aceites pero se puede establecer los siguientes pasos que contemplan este procedimiento así:



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las Instalaciones de Acopiadores Primarios</b>		
Código: PR-SIMALU-001	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: <b>8 de 9</b>
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

- La persona a cargo de los aceites usados en las distintas instalaciones de acopiador primario, son las responsables, de entregar los mismos a personas debidamente autorizadas para la recolección de los mismos.
- En las instalaciones de acopiador primario, la unidad de transporte debe localizarse en una zona de almacenamiento temporal donde no cause interferencia de tal forma que se quede en posición de salida rápida, de acuerdo con las instrucciones impartidas por el encargado de las instalaciones.
- Antes de iniciar el proceso de descarga de aceites a la unidad recolectora, se debe realizar las siguientes actividades
  - Ubicar un extintor cerca de la unidad
  - Ubicar vallas o conos para bloquear el tráfico, cerrando el área circundante a la zona de recibo en un radio no menor a 5 m.
  - Verificar que no haya fuentes de ignición en los alrededores.
  - Verificar el cupo disponible en el tanque de la unidad de transporte.
- El conductor de la unidad de transporte y el encargado de las instalaciones debe inspeccionar las condiciones de entrega de los aceites de modo que se garantice el traslado sin derrames, goteos o fugas. En caso de observar alguna novedad, se deben tomar las



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las Instalaciones de Acopiadores Primarios</b>		
Código: PR-SIMALU-001	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: <b>9 de 9</b>
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

medidas correctivas necesarias y la novedad deberá registrarse en la respectiva documentación. Si de alguna forma se ve comprometida la seguridad de la operación, se deben suspender las actividades de entrega hasta que se pueda garantizar la seguridad de la misma. No se puede permitir operar en condiciones inseguras ya que estas a más de afectar o poner en riesgo la salud de los trabajadores y los posibles daños al medio ambiente se está desperdiciando el gran contenido energético que poseen los aceites usados.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados la Movilización</b>		
Código: PR-SIMALU-002	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 1 de 11
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

## 1 Objetivo

Definir los procedimientos a implementar para llevar a cabo la movilización de los aceites lubricantes usados.

## 2 Alcance

Una adecuada movilización de los a definición de los aceites lubricantes usados, que requiere del establecimiento de normas y los procedimientos, de manera que las personas que realizan actividades de movilización de aceites usados puedan implementar este servicio sin problemas legales o medioambientales.

## 3 Responsable

La Gerencia del Sistema de Gestión y el comité de trabajo, a través del movilizador de aceites lubricantes usados calificado ante el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE)

## 6. Licenciamiento Ambiental de Movilización

Como un instrumento de control administrativo, la movilización de aceites lubricantes usados requiere del licenciamiento ambiental otorgado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador.

Las personas naturales o jurídicas que estén interesadas en registrarse como movilizadores de aceites lubricantes usados deberán realizar el siguiente procedimiento:



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados la Movilización</b>		
Código: PR-SIMALU-002	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 2 de 11
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

4.1 Diligenciar con el procedimiento previo para el Licenciamiento Ambiental de transporte de Materiales Peligrosos correspondiente al anexo C del Acuerdo N° 026

4.2 Con el formato citado anteriormente el interesado debe adjuntar la siguiente información:

- Hoja general de información (MA-HDG-LAT-01)
- Formulario de declaración anual de transporte de productos químicos peligrosos (MA-PQP-DA)
- Formulario de declaración anual de desechos peligrosos (MA-SGD-DA)
- Formularios de requisitos específicos para el otorgamiento de la licencia ambiental de transporte de materiales peligrosos. (MA-R-LAT-01)
- Copia del Certificado de revisión vehicular exigido por la EMOV Cuenca
- Copia de matrícula actualizado
- Licencia de conducir tipo E vigente del chofer a cargo
- Certificado del curso básico obligatorio de capacitación para conductores de vehículos que transporten materiales peligrosos, avalado por el Ministerio del Ambiente.

4.3 Una vez revisada la información, el Ministerio del Medio Ambiente asignará un código único que deberá ser utilizado para control del reporte de movilización de los Aceites lubricantes Usados.





<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados la Movilización</b>		
Código: PR-SIMALU-002	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 3 de 11
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

## **5 Elementos y condiciones generales para la movilización de aceites lubricantes usados**

Elementos y condiciones buenas definen el éxito de la movilización de los aceites lubricantes usados. Por lo que se pone a consideración las exigencias mínimas en el sistema de movilización de los aceites sean las siguientes:

### **5.1 Carro tanque o Tanques de almacenamiento**

- En caso de tratarse de un vehículo con tanques de 55 galones o tanques de capacidad superior no fijos a la estructura del vehículo, estos deberán ser fijados al vehículo mediante el uso de dispositivos de sujeción utilizados especialmente para dicho fin, de tal manera que garanticen la seguridad y estabilidad de la carga durante su movilización.
- Cada tanque, o cualquier sistema de almacenamiento, deberá estar rotulado con las palabras ACEITE USADO en tamaño legible, las cuales deberán estar a la vista en todo momento.
- La unidad de transporte deberá estar bien identificada con la placa respectiva y en las zonas que determina la unidad municipal de transporte



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados la Movilización</b>		
Código: PR-SIMALU-002	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 4 de 11
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

- Si la movilización se realiza en carro tanque, la longitud del chasis deberá sobresalir del extremo posterior del tanque, de modo que sirva de defensa o para choques para la protección de válvulas y demás accesorios de cierre y seguridad del tanque.
- El tanque deberá tener una placa con el nombre del fabricante, la norma o código de construcción, la fecha de fabricación, capacidad y el número de compartimentos.
- El tanque, o cualquier sistema de almacenamiento debe ser resistente a la acción de hidrocarburos que garantice la confinación total del aceite usado y las válvulas y mangueras deberán mantenerse en perfecto estado sin presentar filtraciones.
- Para el llenado de tanques de 55 galones se debe dejar un borde libre de 10cm, además estos deben estar cerrados herméticamente durante su movilización, evitando así el derramamiento del aceite.
- Contar con un sistema de comunicación adecuado y los permisos pertinentes otorgados por el ministerio del ambiente en función del acuerdo N° 026
- Los tanques o sistema de almacenamiento deben permanecer libres de abolladuras y corrosión, sus tapas deben cerrar herméticamente.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados la Movilización</b>		
Código: PR-SIMALU-002	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: <b>5 de 11</b>
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

## **5.2 Bomba para carga o descarga de aceites usados con las siguientes características**

- Puede ser de tipo mecánico o manual. De operación centrífuga o de desplazamiento positivo.

## **5.3 Manguera para carga o descarga de aceites usados con las siguientes características.**

- Fabricada con material flexible que permita su fácil operación, y por un material resistente a la acción de hidrocarburos solventes.
- Debe ser movilizadade forma que evite el goteo de aceites usados en vías públicas.
- Se deberán realizar pruebas de presión hidrostática anuales

## **5.4 Equipo de Seguridad**

- a) Se debe disponer de material oleofilico ante una eventualidad.
- b) Los extintores que poseerá la unidad serán de una capacidad mínima de 20 libras de polvo químico, o también un extintor multipropósito de 20 libras Estos extintores deben ser recargados mínimo una vez al año.
- c) Los ocupantes del vehículo deben vestirse apropiadamente, donde su equipo de protección personal principalmente serán las gafas de seguridad y botas antideslizantes.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados la Movilización</b>		
Código: PR-SIMALU-002	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 6 de 11
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

## 6 Procedimientos

### 6.1 Procedimiento para realizar la carga de recolección de aceites usados en las instalaciones de un acopiador primario o acopiador secundario.

El conductor de la unidad de transporte, debe revisar la integridad del equipo diariamente con anterioridad al primer desplazamiento y debe asegurarse de portar una copia de los siguientes documentos de seguridad:

- Hoja de seguridad de los aceites usados, presentada en el Anexo 3
- Plan de contingencias para consulta en caso de emergencia.
- Historial de eventos ocurridos.

Una vez en las instalaciones del Acopiador, la unidad de transporte debe localizarse en la zona de almacenamiento temporal donde no cause interferencia, de tal forma que quede en posición de salida rápida de acuerdo con las instrucciones impartidas por el encargado de las instalaciones.

Antes de iniciar el bombeo de aceites usados del tanque, tambores o sistema de almacenamiento a la unidad de transporte se deben realizar las siguientes actividades:

- Ubicar un extintor cerca del carro tanque, tanques o sistema de almacenamiento de donde se va a realizar el bombeo.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados la Movilización</b>		
Código: PR-SIMALU-002	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 7 de 11
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

- 
- Ubicar vallas o conos para bloquear el tráfico cerrando el área circundante a la zona de recibo en un radio no menor a 5 m.
- Verificar que no haya fuente de ignición alguna en los alrededores.
- Verificar el cupo disponible en el tanque de la unidad de transporte, mediante el aforo físico del mismo.
- Colocar elementos de contención secundaria debajo de las conexiones realizadas para la operación de manera que se controlen posibles goteos, fugas o derrames.
- Conectar las mangueras y los equipos de succión de la unidad de transporte.
- Verificar que las mangueras queden totalmente drenadas luego de finalizar la operación.

El conductor de la unidad de transporte y el encargado de las instalaciones debe inspeccionar visualmente los tanques, la zona de almacenamiento y las válvulas con el fin de verificar su estado e identificar la presencia de derrames o fugas del aceite usado

En caso de observar alguna novedad, deben tomar las medidas correctivas necesarias y la novedad será registrada en el reporte de movilización de aceite usado respectivo. Si de alguna forma se ve comprometida la seguridad de la operación, se deben suspender las actividades de bombeo hasta que se pueda garantizar su re operación. Esto por el cuidado a la salud de los trabajadores el



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados la Movilización</b>		
Código: PR-SIMALU-002	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 8 de 11
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

cuidado del medio ambiente y sin dejar de lado el desperdicio de un buen recurso energético.

Iniciado el bombeo, el conductor de la unidad de transporte debe ubicarse cerca del sistema que controla el bombeo con el fin de poderlo suspender de inmediato en caso de emergencia.

Una vez realizada las operaciones de bombeo o descarga se debe llenar un reporte de movilización.

## 6.2 Movilización de los aceites usados

Los aceites usados deben ser transportados de acuerdo a normas de seguridad expedidas en la sección de **REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS, DESECHOS PELIGROSOS Y ESPECIALES** del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULAS) y también en función de lo establecido en el acuerdo N°026

### Condiciones de manejo:

En caso de tratarse de un vehículo con tanques de 55 galones o tanques de capacidad superior no fijos a la estructura del vehículo, estos deben ser ubicados de tal forma que no interfieran con la visibilidad del conductor, la estabilidad o conducción del vehículo, las luces de frenado, direccionales y de posición, los



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados la Movilización</b>		
Código: PR-SIMALU-002	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 9 de 11
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

dispositivos y rótulos de identificación reflectivos y las placas de identificación adecuadas.

El conductor debe demostrar estar capacitado para transportar sustancias peligrosas de acuerdo con el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) en su libro VI y con el acuerdo N°026.

Se debe demostrar en todo momento el correcto funcionamiento mecánico y eléctrico del vehículo que transporta el aceite usado.

El tanque, o sistema de almacenamiento deben ser resistentes a la acción de los hidrocarburos, que garantice la confinación total del aceite usado y las mangueras, bomba y válvulas deben ser revisadas periódicamente y mantenerse en correcto estado de funcionamiento.

El conductor no debe operar el vehículo bajo la influencia de drogas o medicamentos o alcohol.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados la Movilización</b>		
Código: PR-SIMALU-002	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 10 de 11
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

### **6.3 Descarga de aceite usado en las instalaciones de un acopiador secundario, un procesador o un Dispositor final**

Antes de iniciar el bombeo de aceites usados de la unidad de transporte al sistema de almacenamiento del Acopiador Secundario del Procesador o Dispositor Final se debe realizar las siguientes actividades:

- Ubicar un extintor cerca del carro tanque, tanques o sistema de almacenamiento de donde se va a realizar el bombeo.
- Ubicar vallas o conos para bloquear el tráfico cerrando el área circundante a la zona de recibo en un radio no menor a 5 m.
- Colocar elementos de contención secundaria debajo de las conexiones realizadas para la operación, de manera que controlen posibles goteos, fugas o derrames.
- Conectar las mangueras y los equipos de succión de la unidad de transporte.
- Verificar que las mangueras queden totalmente drenadas luego de finalizar la operación.

El conductor de la unidad de transporte y el encargado de las instalaciones deben inspeccionar visualmente los tanques, la zona de almacenamiento y válvulas con el fin de verificar su estado e identificar la presencia de derrames o fugas del tanque apreciado aceite usado.





<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados la Movilización</b>		
Código: PR-SIMALU-002	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 11 de 11
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

Con el fin de mantener el control de los volúmenes recogidos, el movilizador deberá radicar durante los primeros diez días de cada mes, una copia correspondiente para llenarlo con datos de cada reporte de movilización de aceite usado debiéndose coordinar con la autoridad ambiental respectiva como se puede apreciar en la tabla N° 16.

Tabla N° 16

<b>Modelo de un informe de consolidación mensual.</b>					
<b>Nombre del movilizador:</b> _____ <b>Número del registro:</b> _____					
<b>Periodo a Reportar:</b> _____					
<b>Dirección:</b> _____ <b>Teléfono:</b> _____					
N° Reporte	Fecha	Nombre del acopiador primario o secundario	Volumen recolectado	Nombre de Acopiador Secundario, Procesador o Dispositor final	Volumen Entregado
		<b>Total</b>		<b>Total</b>	

Elaboración: El Autor



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de acopiadores secundarios</b>		
Código: PR-SIMALU-003	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 1 de 6
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

## 1 Objetivo

Establecer los procedimientos a implementar, para cualquier persona natural o jurídica que realice actividades como Acopiador Secundario de aceites lubricantes usados, y deberán estar aprobados por el Ministerio del Ambiente del Ecuador.

## 2 Alcance

Es indispensable definir las normas y procedimientos que deben implementar las personas naturales o jurídicas que realizarán sus actividades como acopiadores secundarios, con la finalidad de garantizar su gestión al no desperdiciarlos así evitar contaminación ambiental, riesgos en la seguridad de los trabajadores y de no desperdiciar energía.

## 3. Responsables

Para que el trabajo en las instalaciones de acopio secundario funcione normalmente la responsabilidad principal estará sobre el gerente, el comité y la vigilancia del Ministerio del Ambiente.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de acopiadores secundarios</b>		
Código: PR-SIMALU-003	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 2 de 6
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

#### **4. Elementos y Condiciones necesarias en las instalaciones de acopiadores secundarios**

Los elementos requeridos en esta instancia deberán estar en buenas condiciones de operación, para recibir, almacenar y/o entregar los aceites lubricantes usados; y adicionalmente deberá cumplir requisitos de control ambiental por parte del Ministerio del Ambiente del Ecuador.

En esta parte del manual de procesos hay que hacer una aclaración el Acuerdo N°026 expedido por el Ministerio del Ambiente del Ecuador en donde se estipulan los procedimientos, para registro de generadores de desechos peligrosos, gestión de desechos peligrosos y transporte de los mismos. ETAPA EP realiza la recolección de los aceites y los envía a Guayaquil para su disposición final, de modo que no realiza ningún tratamiento para calificarse como gestor, ni tampoco produce estos residuos para que se lo califique como generador, por lo que si resulta necesario que el Acuerdo N°026 contemple en futuras revisiones este tipo de actores del Sistema de Gestión puesto que es el cuello de botella del manejo de aceites lubricantes usados.

##### **4.1 Sistema de Válvulas y tuberías de acero para el bombeo de los aceites lubricantes usados.**



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de acopiadores secundarios</b>		
Código: PR-SIMALU-003	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 3 de 6
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

#### 4.2 Tanques superficiales con las siguientes características:

- a) Fabricados en lámina metálica con capacidad mínima de 2000 galones.
- b) Garantizar en todo momento la confinación total del aceite lubricante usado almacenado.
- a) Permitir el traslado por bombeo del aceite lubricante usado desde y hacia las unidades de transporte autorizadas, garantizando que no se presenten derrames goteos o fugas.
- b) El tanque de almacenamiento debe cumplir con los requisitos de construcción según las normas API, en una parte del mismo debe indicarse la fecha de la última limpieza e inspección, además de las inspecciones que deberán realizarse al mismo cada 3 años.
- c) Debe mantenerse libre de corrosión.
- d) El sistema de almacenamiento deberá garantizar su resistencia a la acción de hidrocarburos y a la confinación total del aceite lubricante usado.

#### 4.3 Muro de contención

- a) Su principal función es confinar posibles derrames, goteos o fugas, que se produzcan involuntariamente al recibir o entregar aceites lubricantes usados, hacia o desde las unidades de transporte autorizadas.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de acopiadores secundarios</b>		
Código: PR-SIMALU-003	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 4 de 6
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

- b) Su capacidad será del 100% del volumen del tanque más grande y 10% del volumen de tanques adicionales.
- c) El piso y las paredes deben estar contruidos y/o revestidos en material impermeable.
- d) Se debe contar con un sistema de drenaje controlado que mediante una válvula permita descarga de aguas lluvias que no estén contaminadas con aceites lubricantes usados, y que eviten el vertimiento de los aceites lubricantes usados o de aguas contaminadas con aceite al alcantarillado o al suelo.

**4.4 Áreas de acceso a la zona para almacenamiento temporal de aceites lubricantes usados en las instalaciones del acopiador secundario, que permita la operación de los vehículos autorizados para la recolección y movilización.**

Para un desarrollo normal de las actividades en las instalaciones de los acopiadores secundarios, el área de almacenamiento debe proteger principalmente a los tanques de almacenamiento de las condiciones climáticas, pero además poseer un fácil acceso, además debe permitir que el vehículo esté estacionado de forma en la que pueda salir fácilmente ante una eventualidad.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de acopiadores secundarios</b>		
Código: PR-SIMALU-003	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 5 de 6
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

#### 4.5 Equipo de Seguridad

- a) En las cercanías de la zona material oleofílico deberá estar a la mano ante una eventualidad.
- b) Los extintores o sistemas contra incendios deberán cumplir con lo estipulado en el Estudio de Impacto Ambiental.
- c) Las personas que trabajen en las instalaciones de acopio secundaria deberán vestir adecuadamente para proteger su salud y seguridad, para ello deben estar con ropa apropiada de trabajo, gafas de seguridad y botas antideslizantes.

### 5 Procedimientos

#### 5.1 Procedimientos para recepción de aceites lubricantes usados

Se encuentra descrito en el literal 6.3 en la página 9 del procedimiento PR-SIMALU-002



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de acopiadores secundarios</b>		
Código: PR-SIMALU-003	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 6 de 6
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

## 5.2 Procedimiento para almacenar los aceites lubricantes usados

- a) Los aceites lubricantes usados deben ser almacenados en tanques metálicos superficiales debidamente rotulados y localizados en una zona dotada de un dique o muro de contención secundarias.
- b) Se debe drenar los sedimentos que se acumulan en los tanques periódicamente, esto se lo hace mediante un sistema de drenaje controlado por válvulas que está en el diseño del tanque. Estos residuos deben ser entregados para destrucción final puesto por su alto grado contaminante.

## 5.3 Procedimiento para entrega de aceites lubricantes usados

Este se halla descrito en el literal 6.1 en la página 5 del procedimiento PR-SIMALU-002



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de Procesadores y/o Dispositores Finales</b>		
Código: PR-SIMALU-004	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 1 de 10
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

## 1 Objetivo

Definir los mínimos procedimientos que deben implementar, cualquier persona natural o jurídica que realice actividades de eliminación de aceites lubricantes usados según las mejores alternativas para Cuenca, mediante la regeneración de aceites usados y su valoración energética.

## 2 Alcance

La definición de normas y procedimientos básicos que deben implementar las personas naturales o jurídicas que realizan actividades de tratamiento, regeneración aprovechamiento y/o disposición final con el fin de aprovechar energéticamente a este residuo, sin causar perjuicios al medio ambiente, ni daños a la salud de los trabajadores.

De lo establecido en el Acuerdo N° 026 del Ministerio del Ambiente del Ecuador, para que una empresa sea calificada como gestor de residuos peligrosos deberá registrarse y obtener la licencia ambiental.

## 3 Responsable

La gerencia, comité y administración de dispositivos finales





<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de Procesadores y/o Dispositores Finales</b>		
Código: PR-SIMALU-004	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 2 de 10
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

#### **4 Definición de los Usos Autorizados de los Aceites Lubricantes Usados de fuentes automotrices en las instalaciones de los Dispositores Finales**

De acuerdo a lo analizado para cuenca los aceites lubricantes usados podrán ser utilizados de las siguientes maneras:

- Transformación del residuo convirtiéndolo en un producto, mediante el tratamiento y aprovechamiento en la formulación de combustibles para uso industrial
- Disposición del residuo mediante el encapsulamiento que asegure la confinación total y definitiva.
- Cualquier uso o disposición adicional será consultada previamente con la autoridad ambiental competente (Ministerio del Medio Ambiente) con el fin de determinar su viabilidad.

#### **5 Condiciones y Elementos necesarios para una adecuada Disposición Final de los aceites lubricantes usados**

Según los usos autorizados según sus procedimientos se requerirá:

- Sistema de Tuberías y válvulas de acero para el bombeo de aceites
- Tanques superficiales con las siguientes características:



	<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de Procesadores y/o Dispositivos Finales</b>			
Código: PR-SIMALU-004		Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 3 de 10
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>

- Fabricados en lámina metálica con capacidad que se ajuste a lo establecido en el Estudio de Impacto Ambiental que deberá disponer la empresa a cargo de gestionar estos residuos.
- Garantizar en todo momento la confinación total del aceite almacenado.
- Permitir el traslado por bombeo del aceite usado desde y hacia las unidades de transporte autorizadas, garantizando que no se presenten derrames, goteos o fugas.
- Estar rotulados con las palabras **ACEITE USADO** en tamaño legible, las cuales deberán estar a la vista en todo momento.
- En caso de ser tanques verticales, el fondo debe ser inspeccionado cada tres años.
- En el tanque debe rotularse las fechas de mantenimiento y limpieza del mismo.
- Deben mantenerse libres de corrosión.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de Procesadores y/o Dispositivos Finales</b>		
Código: PR-SIMALU-004	Fecha: 2013-01-20	Página: 4 de 10
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

### 5.1 Condiciones necesarias para un correcto funcionamiento en la quema de los aceites lubricantes usados como combustible.

**Altas temperaturas:** en la zona del clinkerización, se alcanzan temperaturas en la llama del quemador de 1800 °C hasta 2000 °C y de 1400 °C hasta 1500 °C en este material se alcanza un estado sólido-líquido (similar a una lava volcánica) al final del horno. (Castillo Neira, 2010)

**Altos tiempos de residencia:** como consecuencia del tamaño del horno que tiene una relación L/D de 21 a 1, con 107 m de Longitud y 5 m de Diámetro; los caudales de aire operados, hacen que los tiempos de residencia de los gases se encuentren en el orden de 4 a 6 segundos en el horno, sin considerar el tiempo de residencia en los equipos de intercambio térmico. Esto permite que todas las sustancias orgánicas en fase gaseosa se oxiden completamente a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, incluso los compuestos orgánicos muy estables constituidos por uno o más anillos aromáticos. (Castillo Neira, 2010)

**Íntimo contacto de los gases con la materia prima:** Los gases generados en el horno toman un íntimo contacto con 140 Tn /h de materia prima que presenta un tamaño de partícula de 75 µm y características alcalinas. Esto actúa como un equipo lavador de gases en seco, así los gases ácidos que se pudieran generar durante la combustión se neutralizan con el material alcalino que ingresa al horno. (Castillo Neira, 2010)



	<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de Procesadores y/o Dispositivos Finales</b>			
Código: PR-SIMALU-004		Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 5 de 10
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>

Resulta importante destacar que los gases ingresan a esta zona de ciclones a 900 °C y a 340 °C, y los sólidos en contracorriente ingresan a los ciclones a 330 °C y salen a 900 °C, lográndose una retención excelente de los gases. (Castillo Neira, 2010)

**Acondicionamiento de los gases:** que abandonan el sistema de ciclones de intercambio térmico antes de ser descargados a la atmosfera, estos son enfriados desde 340 °C a 150 °C por la inyección de agua a alta presión y posteriormente pasados por un filtro electrostático de elevada eficiencia, ya que se ofrece así una retención superior al 99,9%. (Castillo Neira, 2010)

**Eliminación de elementos trazas:** al introducir los residuos o materiales alternativos al proceso de producción de clinker, estos pueden retenerse en la estructura cristalina de los silico-aluminatos que conforman el producto deseado. (Castillo Neira, 2010)

## **5.2 Condiciones de seguridad necesarias para el correcto funcionamiento y/o actuación en un plan de contingencia**

- Dique o muro de contención que confine posibles fugas o derrames por incidentes ocasionales este debe estar construido por un material



	<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de Procesadores y/o Dispositivos Finales</b>			
Código: PR-SIMALU-004		Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 6 de 10
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>

impermeable, además que cuente con un sistema de drenaje controlado para descargas más rigurosas.

- Material oleofílico para el control de goteos fugas y derrames con características absorbentes u otros diseñados para este fin.
- Sistemas contra incendio el cual deber cumplir con lo establecido en el Estudio de Impacto Ambiental requerido para la obtención de la Licencia Ambiental.
- Equipos de Protección personal (Ropa de Trabajo, zapatos antideslizantes, guantes resistentes a los hidrocarburos, gafas de seguridad)

## 6 Procedimientos

### 6.1 Caracterización de los aceites lubricantes usados

- a) Los aceites lubricantes usados que provengan de las instalaciones de Acopiadores Secundarios deberán ser recibidos con la documentación necesaria que indique su contenido de agua, y cuantificación de metales como hierro, aluminio, cobre.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de Procesadores y/o Dispositores Finales</b>		
Código: PR-SIMALU-004	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 7 de 10
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

## 6.2 Procedimiento para descarga de aceites lubricantes usados en las instalaciones de procesadores y/o dispositivos finales

Este se halla descrito en el literal 6.3 de la página 9 del procedimiento PR-SIMALU-002

Adicional a todos los pasos descritos en este proceso se debe enviar un registro de consolidación periódica al Ministerio del Ambiente del Ecuador como se indica en la tabla N° 17.

**Tabla N° 17**

Informe de Consolidación				
Dispositor final : _____				
Dirección:			Teléfono	
Fecha	Nombre del transportador	Volumen recibido	Procesamiento o disposición final	Volumen de producto generado
	total		total	

Elaboración Propia



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de Procesadores y/o Dispositivos Finales</b>		
Código: PR-SIMALU-004	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 8 de 10
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

### 6.3 Procedimiento de Combustión

El proceso de combustión en el horno cementero se efectúa en 5 etapas: calentamiento, ignición, mezcla, reacción y desplazamiento de los gases de combustión,

**Calentamiento:** El bunker que generalmente es usado en las cementeras, se lo recalienta por medio de resistencias eléctricas hasta una temperatura de 105°C para disminuir su viscosidad, y mejorar así su alimentación al horno, por otro lado el aceite no necesita de un calentamiento, para su alimentación.

**Mezcla:** Se la realiza por atomización en el quemador del horno, donde se dividen en finas partículas tanto el bunker como el aceite lubricante usado de modo que permitan un contacto íntimo y constante para la generación de la llama. El grado de atomización influirá directamente en la eficiencia de la llama ya que provee ese contacto con el aire, que para este tipo de mezclas se recomienda que el exceso del aire no sobrepase el 20%.

Los demás procesos de la combustión estarán definidos por las características del horno las cuales se debe procurar seguir para garantizar que no se emitan contaminantes por este proceso, definidas en el literal 5.1 (paginas 4-5) del presente procedimiento.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de Procesadores y/o Dispositivos Finales</b>		
Código: PR-SIMALU-004	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 9 de 10
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

#### 6.4 Concentraciones Máximas Permisibles

Para el uso más conveniente en la ciudad de Cuenca en la mezcla con combustibles industriales u otros subproductos:

Los compuestos o elementos presentes en los aceites lubricantes usados tratados que se utilizan en la mezcla con combustibles industriales y otros subproductos no deberán exceder las siguientes concentraciones estipuladas desde el punto de vista ambiental. (ver tabla N°18)

**Tabla N° 18**

#### **Límites Máximos Permisibles en los Aceites Lubricantes Usados**

<b>Sustancia</b>	<b>Concentración Máxima Permisible (mg/kg - ppm)</b>
Policloruro bifenilo (PCB)	50
Halógenos orgánicos totales como Cl	1000
Arsénico	5
Cadmio	2
Plomo	100
Azúfre	1.7% En peso

Fuente: US EPA Resolución 415 - 1998





<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados en las instalaciones de Procesadores y/o Dispositores Finales</b>		
Código: PR-SIMALU-004	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 10 de 10
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

Personas naturales o jurídicas que realicen actividades de disposición final de aceites lubricantes usados por medio de tratamiento, regeneración y/o aprovechamiento energético, deberán garantizar en todo tiempo el cumplimiento de las concentraciones máximas permisibles expuestas en la tabla anterior. Los procedimientos para la toma de muestras, preparación y análisis de laboratorio, así como el reporte y registro de cifras significativas, con el objeto de establecer el cumplimiento de los parámetros indicados se deben regir por las normas ASTM D 396. En las Mezclas de Combustible y aceite lubricante tratado, deberán cumplir con las especificaciones de calidad contempladas en la norma ASTM D 396.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento Comunicación Interna y Externa</b>		
Código: PR-SIMALU-005	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 1 de 3
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

## 1 Objetivo

Definir la metodología para controlar de manera estándar los documentos que se originan en cada uno de los actores del Sistema de Gestión Integral del Aceite Lubricante usado del parque automotor de Cuenca.

## 2 Alcance

La importancia de la definición del procedimiento de comunicación radica en el seguimiento que se aplica a todos los documentos tanto internos como externos del sistema integral de aceites lubricantes usados del parque automotor de Cuenca.

## 3 Responsable

La gerencia y el comité de trabajo.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento Comunicación Interna y Externa</b>		
Código: PR-SIMALU-005	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 2 de 3
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

## 4 Actividades

### 1. Comunicación interna

- a) En un espacio físico visible y de fácil acceso, colocar una cartelera para exhibir los documentos relacionados con el Sistema de Gestión Integral de los aceites lubricantes usados del parque automotor de Cuenca.
- b) Informar a los participantes sobre el uso de la cartelera e incentivarlos que aporten con sugerencias.
- c) Plantear un cronograma de las actividades y eventos con respecto a la gestión de los aceites residuales usados, para una mejor participación de los actores del sistema.
- d) Las comunicaciones respecto a la realización de capacitación, auditorias, talleres; deben ser elaboradas con la anticipación debida, para el conocimiento de cada uno de los actores del sistema. En dichas comunicaciones se deben registrar la fecha en la que son receptadas.
- e) Todo documento emitido debe guardar un orden secuencial para ser archivado. Y se lo guardará un respaldo digital de ser necesario.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento Comunicación Interna y Externa</b>		
Código: PR-SIMALU-005	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 3 de 3
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

## 2. Comunicación externa

- a) La gerencia establecerá los medios adecuados por medio de comunicaciones hacia las, autoridades y actores mediante: oficios y/o comunicaciones, buzón de sugerencias, charlas informativas.
- b) La gerencia del Sistema Integral de Gestión, deberá realizar reuniones mensuales con todos los actores del sistema, en donde dará a conocer el resultado del período y/o los próximos nuevos desafíos a los que el personal de cada actor del sistema, tendrá que enfrentar, y de esta manera solicitar su participación activa y compromiso.
- c) Las comunicaciones externas recibidas serán entregadas al Gerente General, quien es el que deriva en primera instancia al comité de trabajo, y éste entregara a cada uno de los actores respectivos para que coordinen, analicen, ejecuten y/o elaboren la respuesta y seguimiento respectivo.
- d) Toda respuesta escrita a una comunicación de una parte interesada externa tiene que ser aprobada por el Gerente General, Para esto:
  - Se mantendrán un registro de ingreso de documentos.

Registro de salida de documentos, oficios, memorandos e informes



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento de Capacitación</b>		
Código: PR-SIMALU-006	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 1 de 2
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

### 1. Objetivo

Establecer los lineamientos necesarios para capacitar a todos los principales actores del Sistema Integral de Gestión de los Aceites Lubricantes Usados del parque automotor de Cuenca, en el aprovechamiento energético de este residuo su importancia de gestión, tanto en salud seguridad ocupacional y medio ambiente.

### 2. ALCANCE

Cada uno de los participantes del Sistema Integral de Gestión de los Aceites Lubricantes Usados.

### 3. RESPONSABLE

Gerente de la Empresa, comité de trabajo.

### 4. ACTIVIDADES

La gerencia revisará los contenidos de los programas y necesidades de capacitación con el objetivos de mejorar: el manejo, aprovechamiento energético, el control de la seguridad, salud ocupacional, medio ambiente de trabajo, ambiental, cambios en el proceso, etc., Para el efecto se procederá a:

- Organizar los temas de capacitación de acuerdo a la prioridad establecida.
- capacitación por parte de los actores del sistema.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento de Capacitación</b>		
Código: PR-SIMALU-006	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 2 de 2
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

- c) Por medio de los procedimientos de comunicación interna y externa, se debe publicar de manera permanente temas de interés para los actores del sistema, que sirvan de motivación y surjan los requerimientos de
- d) Se contratará a personal y/o profesionales calificados para la realización de cursos, talleres, charlas, seminarios etc.
- e) La gerencia en coordinación con el comité de trabajo prepararan la logística necesaria para el desarrollo de los eventos de capacitación. Dichos eventos se llevaran a cabo de acuerdo a un orden establecido:
  - Fecha
  - Sitio de realización del evento, el mismo que será el apropiado y que motive al personal.
- f) Se mantendrá evidencia documentada de la ejecución de la capacitación a los trabajadores u otros actores involucrados.



	<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento de Auditorías</b>			
Código: PR-SIMALU-007		Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 1 de 2
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.		<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

## 1. OBJETIVOS

Permitir el control de la gestión, a través de la información levantada, para que el sistema pueda mejorar su desempeño durante un período de tiempo delimitado y con recursos finitos.

## 2. ALCANCE

Se aplica a todo Sistema de Gestión Integral de los Aceites Lubricantes Usados

## 3. RESPONSABLE

Gerente del sistema.

## 4. ACTIVIDADES

- a) Establecer, implementar, realizar el seguimiento, revisar y mejorar el programa de Auditoría.
- b) Identificar recursos necesarios y asegurarse de que estos puedan ser proporcionados de manera continua.
- c) Seleccionar el equipo auditor, considerando su competencia e imparcialidad.



<b>Sistema Integral para el manejo de los aceites lubricantes del parque automotor de Cuenca</b>		
<b>Procedimiento de Auditorías</b>		
Código: PR-SIMALU-007	Fecha: <b>2013-01-20</b>	Página: 2 de 2
<b>Elaborado por:</b> Ing. Juan José Vázquez G.	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>

**d)** Establecer los objetivos de la Auditoría considerando:

- Prioridades de la dirección.
- Requisitos del Sistema de Gestión
- Requisitos legales reglamentarios y contractuales.
- Necesidades de evaluar a los proveedores
- Necesidades de otras partes interesadas, y
- Cambios significativos de la organización y/o de los procesos.

**e)** Asignar un responsable o responsables. Las personas asignadas deben conocer la organización, tener conocimiento técnico respecto a las actividades que van auditarse. Se designará los recursos financieros para cumplir con el programa de auditoría.

**f)** Selección del protocolo de Auditoría (lista de chequeo).

**g)** Comunicación a todo el personal sobre la realización de la auditoría.

**h)** Recolección y registro de evidencias.

**i)** Elaboración de informe y seguimiento. El informe debe ser una presentación constructiva, detallada y comprensiva de los hallazgos de la auditoría.

**j)** Empezar acciones correctoras para corregir las no conformidades.

**k)** Realizar la auditoría anualmente.





## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Habiendo realizado una fundamentación teórica de las distintas alternativas de gestión para los aceites lubricantes usados se llegó a concluir que la mejor opción para el aprovechamiento energético de estos residuos es la quema, si bien es cierto hoy en día se realiza esta acción con los aceites que son recolectados por parte de ETAPA EP, pero se la puede fortalecer por medio de la ejecución de un sistema de Gestión Integral para los aceites lubricantes usados del parque automotor de Cuenca.

En la ciudad se ha hecho notorio el crecimiento del parque automotor, razón por la cual la implementación de un sistema de gestión integral de este tipo de residuos se lo debe realizar con el carácter de urgente, no solo desde el punto de vista ambiental, energético o social sino además desde el punto de vista científico técnico puesto que el aprovechamiento integral de este tipo de residuos, trae tras de sí nuevas opciones para el desarrollo científico técnico para el país, así como nuevas fuentes de trabajo, nuevas opciones para el uso de combustibles alternativos, etc.

El conocimiento científico del aceite referido a las propiedades, factores de deterioro, acción de los aditivos y sus componentes, sus fuentes en los tipos de motores; permitirán definir mejores estrategias para el aprovechamiento ideal de los aceites lubricantes usados puesto que los contaminantes que tiene en función de lo anteriormente estipulado no es el mismo en cada fuente.

El estudio de las experiencias a nivel mundial en el manejo de los aceites lubricantes usados del parque automotor en lo referente a la legislación, el volumen de aceites lubricantes consumidos, el tratamiento que reciben y su disposición final; amplía un poco el panorama, comparativamente hablando, porque nos hace ver que el Ecuador en primera instancia no tiene un marco legal



para el manejo de estos desperdicios, tan solo una clasificación general de los mismos como residuos peligrosos sin tener una especificación para el manejo de los mismos hace prever que en un futuro no muy lejano existirán conflictos para aquellas personas naturales o jurídicas en el manejo de los mismos.

La instauración de una política para la gestión de los aceites lubricantes usados es absolutamente necesaria, no solamente por cumplir con un formalismo gubernamental, sino el orden y la precisión en la gestión integral de los aceites lubricantes usados del parque automotor de la ciudad de Cuenca, en lo referente al control ambiental y evitar el desperdicio de este residuo energético por derrames goteos o fugas. Esta política necesariamente deberá estar alineada con los marcos Jurídicos de la ciudad y del país en general.

El conocimiento de las distintas alternativas de gestión, y la experiencia de los distintos países donde se hayan implementado las mismas, ayudó a identificar el grado posible de aprovechamiento integral del aceite y además los posibles impactos ambientales por seguir estos procesos, definió la mejor alternativas para Cuenca con el objetivo principal de mitigar el impacto de los aceites lubricantes usados que no tienen una adecuada gestión. Y concretó la elaboración de un manual de procedimientos que involucra a cada uno de los actores del Sistema de Gestión Integral de los Aceites Lubricantes Usados del parque automotor de Cuenca.

La definición de los actores del sistema de gestión y sus responsabilidades es un gran paso antes de su implementación del mismo, debido a que un sistema bien definido en cada etapa permite garantizar que exista un mínimo de pérdidas de los aceites que poseen un alto contenido energético.

La elaboración del manual de procedimientos mostró que debe definir, la tarea que realiza ETAPA EP ante el ministerio del Ambiente que en función de lo



expuesto en el Acuerdo N°026, no encuentra un espacio de acción definido, ya que etapa no es generador de estos desperdicios, no los gestiona, sino los recolecta.

Establecer con precisión el volumen de los aceites lubricantes usados, ayudará a la ciudad para establecimiento de programas rigurosos de control de este tipo de residuo que es un contaminante ambiental, permitirá también realizar mejores planificaciones para la realización de una gestión energética optima del mismo.

Una de las mejores alternativas analizadas para Cuenca que no se debe dejar de mencionar es la del re-refinamiento de los aceites, ya que esta lleva consigo un gran desarrollo tecnológico, un mínimo impacto ambiental, y un aprovechamiento energético en discusión por el proceso mismo de obtención del aceite re-refinado, aunque esta opción depende netamente del aspecto económico por la inversión elevada que requiere para su implementación, y además por el mercado de aceptación de los mismos, que cuenta con una gran variedad de aceites vírgenes que difícilmente puedan competir con un re-refinado, hacen inviable esta alternativa en nuestro cantón.

## **6.2 Recomendaciones**

El desconocimiento real del parque automotor de la ciudad es una realidad, puesto que se trabajan solo a base de estadísticas para establecer aproximadamente el tamaño y el crecimiento del mismo, esto afecta al establecimiento de un volumen total de los aceites lubricantes usados generados en nuestra ciudad y así dar paso a que se incrementen los negocios clandestinos de venta de aceites lubricantes como combustibles en el uso de hornos ladrilleros y en el peor de los casos la disposición final de los mismos en cuerpos de agua como alcantarillados, ríos o quebradas impactando así gravemente al medioambiente y desperdiciando el contenido energético de los aceites. De ahí la importancia de que este sistema integral de gestión de aceites regule este



aspecto, trabajando en conjunto con el ministerio de transporte y la empresa de movilidad de Cuenca, para tener datos reales del parque automotor y así tener una mayor facilidad de control riguroso del destino de estos residuos.

Es notorio que para el correcto funcionamiento del sistema de gestión integral de los aceites lubricantes usados, se debe dar paso creación de una política de gestión los mismos, con el fin de regular el destino de estos residuos. Esta política deberá estar en armonía con las ordenanzas de la ciudad, marcos jurídicos nacionales como el TULAs o la misma constitución de la República del Ecuador. A más de ello esta política debe estar orientada al control en importaciones de bases lubricantes que ingresan al país, a una educación integral sobre la importancia de una gestión adecuada de aceites y del mal que hace no realizarla, debiendo ser dirigida a dueños de mecánicas o lubricadoras.

En la implementación de un sistema de gestión integral de los aceites lubricantes usados no se debe dejar a un lado a los generadores primarios de estos residuos, por la cual se debe considerar una capacitación a los mismos, ya que el correcto uso del aceite en el vehículo minimizará su desgaste, reduciendo así el volumen total de estos desperdicios, además se debe motivar a realizar los cambios de aceite del motor del vehículo en centros autorizados que garanticen la gestión correcta de los mismos.

En la actualidad (ETAPA EP) para la disposición final de los aceites lubricantes usados, emplea los servicios de la empresa calificada por el Ministerio del Ambiente GADERE (empresa guayaquileña) para la movilización de estos residuos, esto puede generar conflictos por la naturaleza de la acción, debido a un riesgo latente por cualquier incidente que se presente por la distancia de transporte, la pérdida de tiempo que se tiene por traslado de los vehículos hacia nuestra ciudad que entorpecerán el normal funcionamiento de la gestión de los aceites lubricantes usados, por esta razón se recomienda que el sistema de



gestión integral sea implementado en la ciudad, especialmente los movilizadores calificados.

La implementación de este sistema de gestión debe realizarse no solo con la finalidad de mitigación ambiental debido a la contaminación que producen estos residuos, sino con fines de investigación puesto que la regeneración de los aceites puede realizarse con bajos impactos ambientales usando técnicas de purificación como la destilación y el lavado de aceites en los procesos de extracción con solventes orgánicos, que produce un lodo que por su naturaleza orgánica puede ser utilizado en cultivos industriales de naturaleza estratégica.

Sería recomendable dar paso a la creación de un centro aplicado de investigación, de los distintos tipos de aceites, para el desarrollo científico y tecnológico, esto por la realidad que vive hoy la ciudad que el programa de recolección de aceites de ETAPA EP recolecta todo tipo de aceites de las distintas fuentes como los aceites vegetales quemados de las de pollerías, fuentes industriales, de empresas eléctricas y los mezcla todos (ver anexo 2). Esto impedirá un aprovechamiento integral de los aceites lubricantes usados, ya que cada aceite debe tener su tipo de gestión para su aprovechamiento, por este motivo se recomienda hacer la gestión únicamente de los aceites lubricantes usados, manteniendo un equilibrio el aprovechamiento energético, con la mitigación de impactos ambientales.



## Bibliografía

1. **Aranguren, Juan José. 2009.** *Reporte Institucional*. Buenos Aires, Argentina : s.n., 2009.
2. **Azevedo, Pedro. 2008.** *REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LAS EXPERIENCIAS DE ARGENTINA, BRASIL, COLOMBIA*. Argentina : s.n., 2008.
3. **Bosh, Robert. 2007.** *Manual de La Técnica Automovil*. Barcelona : Reverté S.A., 2007. 5 Edicion.
4. **Castells, Xavier Elias. 2012.** *Tratamiento y Valorización Energética de Residuos*. Madrid : Diaz de Santoz, 2012.
5. **Castillo Neira, Percy. 2010.** *Manual Práctico de Combustión y Clinkerización*. Buenos Aires : s.n., 2010.
6. **Centro de Actividades Regionales para la Produccion Mas Limpia. 2001.** *Posibilidades de Reciclaje y Aprovechamiento de los Aceites Usados*. Barcelona : s.n., 2001.
7. **Crespo, Xavier. 2012.** *Programa de Recoleccion de Aceites Usados*. Cuenca : ETAPA EP, 2012.
8. **Cruz, José Vicente Trujillo. 2009.** *LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE GENERADORES, DISEÑO DE UN PLAN DE RECOLECCIÓN Y ALTERNATIVAS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS ACEITES USADOS EN EL CANTÓN*. Quito : Escuela Politecnica Nacional, 2009.
9. **Diario "El Telégrafo". 2012.** Un nuevo Parque Industrial se proyecta para Cuenca. *Regional Sur*. 19 de 12 de 2012.
10. **Díaz, Leticia Moya. 2010.** *Desde el Aceite Lubricante Usado hasta su puesta en el Mercado tras su Regeneracion*. Madrid : Escuela de Organizacion Industrial, 2010.
11. **Delgado, Emilio; Parra, Jaime. 2007.** *Combustibles Alternativos a Partir de Aceites Usados con tratamientos de Limpieza*. s.l. : Avances- Investigacion en Ingenieria, 2007. 7.
12. **Flores, Sammy. 2006.** *Proyecto de Inversión para la producción y comercialización de Lubricantes*. Guayaquil : ESPOL, 2006.
13. **Alonso Moreno, Germán. 2011.** *Manejo de Vertidos Liquidos*. Bogota : Universidad Nacional de Colombia, 2011. 1.



14. **Giraldo Gómez, Angélica María. 2005.** *Logística en reversa: Manejo Integral y Usos de los Aceites Lubricantes Automotrices*. Colombia : Universidad de Medellín, 2005.
15. **Gobierno de Chile. 2008.** *Gestión de Residuos Peligrosos "Aceites Usados"*. Santiago : s.n., 2008.
16. **Gomez, Carlos. 2008.** *La industria de la re-refinación de aceite mineral usado en Argentina*. Buenos Aires : CEMA, 2008.
17. **González, Francisco Payri. 2006.** *Diagnóstico de Motores Diesel mediante el Análisis del Aceite Usado*. Valencia : Reverté, 2006.
18. **Gordón, Doris. 2005.** *Diagnostico del Manejo de Los Residuos Peligrosos en Ecuador*. Gestión Ambiental, Fundacion Natura. Quito : Fundacion Natura, 2005.
19. **Hernandez Jurado, Adalberto. 2009.** *Esquema De Manejo Adecuado De Los Aceites Lubricantes Usados De Microgeneradores En Un Municipio Urbano*. Mexico DF : Instituto Politecnico Nacional, 2009.
20. **Jones, Juan. 2007.** *Diseño De Un Sistema De Reciclaje De Aceite Lubricante Usado*. Valdivia : Universidad Austral de Chile, 2007.
21. **Lubricantes Gulf. 2012.** *Boletín Técnico*. Bogota Colombia : ProLub, 2012. 7.
22. **Manahan, Stanley E. 2007.** *Introduccion a la Quimica Ambiental*. Mexico DF : Reverté, 2007. 1.
23. **Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2006.** *Gestión de Aceites Usados en Colombia*. Bogotá : s.n., 2006.
24. **Montes, Margarita. 2009.** *Re-Refinado de Aceites Usados*. Madrid : Universidad Vigo, 2009.
25. **Parlamento Europeo y del Consejo. 2008.** *Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo*. Union Europea : Diario Oficial de la Union Europea, 2008. pág. 28.
26. **Ramos, Jorge. 2011.** *Pirámide de Kelsen*. Madrid : El Imperio del Derecho, 2011.
27. **Raso López, Maria José. 2008.** *El Motor de Reacción y sus Sistemas Auxiliares*. Madrid : Thompson Editoriales Spain, 2008. 9.



28. **Rodríguez, Gloria Amparo. 2008.** *Ciudades Ambientalmente Sostenibles.* Colombia : Universidad del Rosario, 2008. 1.
29. **Romero, Carlos Humberto. 2008.** *Análisis de factibilidad sobre la inyección de Aceite Quemado en combinación con Bunker, como Combustible Alternativo, en el área del precalentador, en el proceso de clinkerización, en la empresa "Industrias Guapán".* Cuenca : Universidad Politécnica Salesiana, 2008.
30. **Rosales, Luis. 2008.** *Bioremediación de Suelos contaminados con Aceite Usado de Automóvil con el hongo de la pudrición blanca en Durango.* Victoria de Durango : Instituto Politécnico Nacional, 2008.
31. **Sanchez, Miguel. 2008.** *Gestión y Minimización de Residuos Peligrosos.* Valencia : s.n., 2008.
32. **ToxFAQs, División de Toxicología. 2007.** *Aceite Usado de Cáster.* Atlanta : Agencia para sustancias tóxicas, 2007.
33. **Ugalde, Vicente. 2008.** *Los Residuos Peligrosos en Mexico.* Mexico : El Colegio de México, 2008.
34. *Archivo General EMOV.* Cuenca, 30 de 10 de 2012.

### Páginas Web

35. **Camara Argentina de Lubricantes. 2012.** Mercado Argentino de Lubricantes. [En línea] 30 de Septiembre de 2012. [Citado el: 20 de diciembre de 2012.] [http://www.cal.org.ar/system/contenido.php?id\\_cat=18](http://www.cal.org.ar/system/contenido.php?id_cat=18).
36. **ALADI. 2012.** ALADI. *Otros Mecanismos de Política Comercial.* [En línea] 27 de Diciembre de 2012. [Citado el: 28 de Diciembre de 2012.] <http://www.aladi.org/nsfaladi/guiasimportacion.nsf/e0fafadcfa076c91032574ef006e83c6/d804da88649fb4ed032574a5004bd3bd?OpenDocument>.
37. **Ministerio de Ambiente. 2012.** Normatividad ambiental y sanitaria. [En línea] 2012. [Citado el: 20 de 07 de 2012 .] [http://www.upme.gov.co/guia\\_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm](http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm).
38. **Banco Central del Ecuador. 2012.** *Banco Central del Ecuador.* [En línea] 3 de Septiembre de 2012. [Citado el: 30 de 07 de 2012.] <http://www.bce.fin.ec/contenido.php?CNT=ARB0000003>. 58.





39. **Universidad Nacional de Colombia.** Cursos Online. [En línea] [Citado el: 27 de 07 de 2012.] <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales>.
40. **CORANTIOQUIA. 2012.** [En línea] 2012. [Citado el: 19 de Diciembre de 2012.] <http://www.corantioquia.gov.co/>.
41. **REPSOL. 2012.** Control de Calidad del Aceite Lubricante. [En línea] 2012. [Citado el: 20 de 01 de 2013.] <http://www.repsol.com>.
42. **Secretaria de Ambiente del DMQ. 2011.** Secretaria de Ambiente. [En línea] 2011. [Citado el: 10 de 12 de 2012.] <http://www.quitoambiente.gob.ec/web/>.